

高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·汽车运用与维修专业

# 汽车车身修复技术

姜 勇 主 编

李大光 娄万军 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书以现代汽车车身修复工艺为基础,介绍了车身修复基础知识,并从车身修复作业中涉及的车身钣金修复和涂装修复两个方面技术进行详细介绍。

本书共分三篇 15 章。第一篇介绍的是车身修复过程中的基础知识,介绍了车身维修安全、车身修复常用的工具设备及其正确使用、汽车车身结构、汽车车身材料;第二篇是车身钣金修复方面的知识,介绍了车身损坏分析、车身测量、车身校正、车身连接与焊接、车身板件更换;第三篇为汽车车身涂装修复方面的知识,介绍了涂料的一般知识、车身板件表面预处理、底漆喷涂、中间涂料涂装、面漆喷涂、涂膜的缺陷与防治。

本书适合作为高职高专汽车检测与维修、汽车运用技术、汽车整形技术等专业的专业课教材,也可作为汽车钣金与喷漆从业人员的培训教材和参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车车身修复技术/姜勇主编. —北京:电子工业出版社,2010.4

高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·汽车运用与维修专业

ISBN 978 - 7 - 121 - 10471 - 8

I. 汽… II. 姜… III. 汽车 - 车体 - 车辆修理 - 高等学校:技术学校 - 教材 IV. U472.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 036672 号

策划编辑:程超群

责任编辑:李蕊 文字编辑:李雪梅

印 刷:

装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:13.5 字数:345.6 千字

印 次:2010 年 4 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:22.00 元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 [zlt@phei.com.cn](mailto:zlt@phei.com.cn),盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线:(010)88258888。



# 前 言

随着汽车技术的发展，汽车的车身结构特别是轿车车身的材料、结构也发生了变化，承载式车身的应用越来越广泛。由此给车身修复工作提出了更高的要求。钣金修复后不只是为了恢复外形，而更重要的是尽最大的努力使整个车身壳体恢复到损伤前的状态，以保证修复过的汽车不因为车身修复而出现“二次事故”；喷涂方面不仅要满足外观平整的要求，对色彩、耐用等要求也日益提高。所有这些必须应用先进的设备，进行规范作业，严把质量关，以满足车身维修作业高标准、高质量的要求。

汽车车身修复技术的发展，对车身修复从业人员的素质要求也日益增高，懂得新技术、新工艺、新材料，具有质量意识、安全意识，能按规范进行作业的专门人才十分匮乏。为此，根据多年积累的教学和实践经验，还聘请多年在企业从事车身修复工作的技师参加了本教材的编写，使得本教材不仅能符合高等职业教育特点，还更具有针对性、时效性、实用性和可操作性。

本书由吉林交通职业技术学院姜勇主编，吉林金刚汽车销售服务有限公司李大光技师、吉林交通职业技术学院娄万军任副主编，吉林交通职业技术学院马骊歌、张万春参编。本书第1章、第2章、第9章、第10章、第11章、第12章由姜勇编写，第3章、第5章、第6章、第7章由李大光编写，第4章、第8章由娄万军编写，第13章、第14章、第15章由马骊歌、张万春编写。

本书在编写过程中，得到了吉林金刚汽车销售服务有限公司的大力支持，借此表示感谢。

由于时间仓促和编者水平有限，书中难免出现不当或错误，竭诚欢迎各位读者给予批评和指正。

编 者

2009年11月

# 目 录

## 第一篇 汽车车身修复基础

第1章 车身维修安全知识 .....	(2)
1.1 车身维修车间的布置与安全 .....	(2)
1.1.1 车身修复车间的布置 .....	(2)
1.1.2 维修车间驾驶车辆的安全 .....	(3)
1.1.3 消防安全 .....	(4)
1.1.4 电气安全 .....	(4)
1.2 车身维修人员安全与防护 .....	(5)
1.2.1 维修人员身体防护 .....	(5)
1.2.2 个人安全准则 .....	(6)
复习思考题 .....	(7)
第2章 车身修复常用工具及其正确使用 .....	(8)
2.1 手工工具及其正确使用 .....	(8)
2.1.1 钣金锤 .....	(8)
2.1.2 抵座 .....	(9)
2.1.3 修平刀 .....	(10)
2.1.4 手锯 .....	(10)
2.1.5 拉拔器 .....	(11)
2.1.6 手工工具使用的安全操作事项 .....	(11)
2.2 动力工具及其使用 .....	(12)
2.2.1 风铰 .....	(12)
2.2.2 风动锯 .....	(12)
2.2.3 砂轮机 .....	(13)
2.2.4 手电钻 .....	(14)
2.2.5 打磨机 .....	(14)
2.2.6 动力工具的安全操作事项 .....	(16)
复习思考题 .....	(16)
第3章 汽车车身结构 .....	(17)
3.1 汽车车身概述 .....	(17)
3.1.1 汽车车身的分类 .....	(17)
3.1.2 汽车车身基本结构 .....	(20)

3.1.3	车身的主要性能 .....	(25)
3.2	轿车车身结构 .....	(27)
3.2.1	车身壳体 .....	(27)
3.2.2	车门 .....	(32)
3.3	客车、货车车身结构 .....	(34)
3.3.1	客车车身结构 .....	(34)
3.3.2	载货车车身结构 .....	(36)
	复习思考题 .....	(37)
第4章	车身材料 .....	(39)
4.1	车身用金属材料 .....	(39)
4.1.1	金属材料的主要性能 .....	(39)
4.1.2	车身用金属材料种类 .....	(41)
4.1.3	特殊金属板在车身中的应用 .....	(46)
4.2	汽车用非金属材料 .....	(48)
4.2.1	汽车用玻璃 .....	(48)
4.2.2	汽车用塑料 .....	(49)
4.2.3	汽车用橡胶 .....	(50)
4.2.4	汽车用黏合剂 .....	(51)
	复习思考题 .....	(52)

## 第二篇 汽车钣金修复

第5章	车身损坏分析 .....	(54)
5.1	汽车的碰撞变形 .....	(54)
5.1.1	影响汽车碰撞变形的因素 .....	(54)
5.1.2	车架式车身的碰撞变形 .....	(55)
5.1.3	整体式车身碰撞变形 .....	(58)
5.1.4	车身碰撞损伤的检查 .....	(61)
5.2	汽车碰撞修复的一般程序 .....	(63)
5.2.1	碰撞修复的概念 .....	(63)
5.2.2	汽车碰撞诊断的基本步骤 .....	(64)
	复习思考题 .....	(65)
第6章	车身测量 .....	(66)
6.1	概述 .....	(66)
6.1.1	车身测量重要性 .....	(66)
6.1.2	车身数据图的识读 .....	(66)
6.2	车身测量系统简介 .....	(71)
6.2.1	常规的车身测量工具 .....	(71)

6.2.2	机械式三维测量系统	(74)
6.2.3	电子式车身测量系统	(76)
6.3	车身测量	(78)
6.3.1	车身测量基准	(78)
6.3.2	车身的测量方法	(81)
	复习思考题	(85)
<b>第7章</b>	<b>车身校正</b>	(86)
7.1	车身校正基础	(86)
7.1.1	车身校正的重要性及原理	(86)
7.1.2	车身校正设备	(87)
7.1.3	车身校正安全注意事项	(90)
7.2	车身校正方法	(92)
7.2.1	车身校正前的准备	(92)
7.2.2	车身校正	(93)
7.2.3	车身校正后应力的消除	(96)
	复习思考题	(97)
<b>第8章</b>	<b>车身的连接与焊接</b>	(98)
8.1	车身板件的连接	(98)
8.1.1	车身可拆卸连接	(98)
8.1.2	车身不可拆卸连接	(100)
8.2	焊接	(101)
8.2.1	氧气乙炔焊接	(101)
8.2.2	惰性气体保护焊	(103)
8.2.3	电阻点焊	(116)
8.3	焊接质量分析	(120)
8.3.1	常见的焊接缺陷	(120)
8.3.2	影响焊接质量的因素	(122)
	复习思考题	(124)
<b>第9章</b>	<b>车身板件更换</b>	(125)
9.1	整体式车身板件更换的要求	(125)
9.1.1	车身上外部板件更换的要求	(125)
9.1.2	车身上结构性板件更换的要求	(125)
9.2	结构性板件的拆卸与分割	(126)
9.2.1	结构性板件的拆卸	(126)
9.2.2	结构性板件的分割与连接	(127)
9.2.3	车身整体分割与连接的注意事项	(131)
9.3	车身典型板件的更换	(132)

9.3.1 车门面板的更换 .....	(132)
9.3.2 翼子板的更换 .....	(133)
9.3.3 发动机罩的更换 .....	(134)
9.3.4 保险杠的更换 .....	(135)
复习思考题 .....	(138)

### 第三篇 汽车车身涂装修复

第10章 涂料的一般知识 .....	(140)
10.1 涂料的分类与性能 .....	(140)
10.1.1 涂料的分类 .....	(140)
10.1.2 涂料的性能 .....	(145)
10.1.3 涂层质量的技术指标 .....	(147)
10.2 汽车涂装的常用材料 .....	(148)
10.2.1 底漆 .....	(149)
10.2.2 腻子 .....	(150)
10.2.3 中间涂料 .....	(151)
10.2.4 面漆 .....	(152)
10.2.5 进口汽车涂料 .....	(152)
10.3 涂料的选用与安全使用 .....	(154)
10.3.1 涂料的合理选用 .....	(154)
10.3.2 涂料使用安全防护 .....	(156)
复习思考题 .....	(157)
第11章 车身板件表面预处理 .....	(158)
11.1 车辆外部清洗 .....	(158)
11.1.1 整车清洗 .....	(158)
11.1.2 车身待涂表面的清洗 .....	(159)
11.2 旧漆的清除 .....	(159)
11.2.1 机械法清除旧漆 .....	(160)
11.2.2 化学法清除旧漆 .....	(161)
11.2.3 火焰法清除旧漆 .....	(162)
11.3 金属表面除锈处理 .....	(162)
11.3.1 手工除锈法 .....	(162)
11.3.2 化学除锈法 .....	(163)
11.4 金属表面的磷化、氧化与钝化处理 .....	(164)
11.4.1 金属表面磷化处理 .....	(164)
11.4.2 金属表面氧化处理 .....	(165)
11.4.3 金属表面钝化处理 .....	(165)

11.5	非金属表面的处理	(166)
11.5.1	塑料件表面处理	(166)
11.5.2	玻璃钢件表面处理	(167)
11.5.3	木质表面的处理	(167)
	复习思考题	(168)
<b>第12章</b>	<b>底漆的喷涂</b>	(169)
12.1	空气喷涂	(169)
12.1.1	空气喷涂的特点和基本原理	(169)
12.1.2	空气喷涂的基本设备	(170)
12.2	底漆喷涂	(177)
12.2.1	遮盖	(177)
12.2.2	喷涂操作要领	(179)
	复习思考题	(181)
<b>第13章</b>	<b>中间涂料的涂装</b>	(182)
13.1	刮腻子	(182)
13.1.1	刮腻子的准备	(182)
13.1.2	刮腻子的方法	(183)
13.1.3	腻子的干燥与打磨	(185)
13.2	二道浆的喷涂与打磨	(185)
13.2.1	二道浆的喷涂	(186)
13.2.2	二道浆涂层的打磨	(186)
	复习思考题	(187)
<b>第14章</b>	<b>面漆的喷涂</b>	(188)
14.1	面漆的配色	(188)
14.1.1	色彩的基本知识	(188)
14.1.2	面漆的人工配色	(190)
14.1.3	计算机配色	(190)
14.2	面漆的喷涂	(192)
14.2.1	面漆喷涂前的准备	(192)
14.2.2	面漆的喷涂手法	(193)
14.2.3	面漆喷涂作业	(193)
14.2.4	抛光	(194)
14.2.5	打蜡	(194)
	复习思考题	(194)
<b>第15章</b>	<b>涂膜的缺陷与防治</b>	(196)
15.1	涂膜缺陷的现象及原因	(196)
15.1.1	涂膜缺陷的现象	(196)

15.1.2	涂膜缺陷的主要原因	(197)
15.2	典型涂膜缺陷分析	(197)
15.2.1	气孔	(197)
15.2.2	气泡	(198)
15.2.3	橘皮	(198)
15.2.4	白化	(199)
15.2.5	开裂	(200)
15.2.6	脱皮(剥落)	(200)
15.2.7	渗色	(201)
15.2.8	缩水(鱼眼)	(201)
15.2.9	流淌(流挂)	(202)
15.2.10	遮盖力差	(202)
	复习思考题	(203)
	参考文献	(204)

# 第一篇 汽车车身修复基础

随着我国汽车工业的迅猛发展和人民生活水平的不断提高，汽车保有量也快速增加，汽车已经成为人们生活中不可缺少的重要的交通工具。汽车车身作为汽车构造的主要组成部分之一，主要用来装载货物和容纳乘客，保护乘客和货物免受风、沙、雨、雪、尘土的侵蚀与恶劣环境的影响，并保障行驶时的安全、舒适。同时，也使驾驶员有一个良好、舒适的工作场所和环境。汽车在使用过程中，由于交通状况、驾驶水平等原因，导致车身损伤的概率增大。在现代汽车维修企业的维修项目中，事故车辆的维修比例达到 50%。

车身修复质量的好坏，直接影响维修后汽车的正常使用，特别会影响行车安全，所以必须加以重视。车身修复过程中，为了高质量的完成车身修复作业，工作人员也必须注意自身的安全与防护，要合理使用工具，熟知汽车的车身结构和车身使用的材料。



# 第 1 章 车身维修安全知识

## 学习目标：

- 1. 了解车身维修车间的布置及区域划分。
- 2. 熟知车身维修车间的安全事项。
- 3. 能按要求进行安全防护。

### 1.1 车身维修车间的布置与安全

合理的车间布置，有利于进行维修作业，也为安全生产提供了一定的保障。在生产过程中，要严格遵守相应的安全注意事项，以保障安全生产。

#### 1.1.1 车身修复车间的布置

##### 1. 工作区布置

车身维修车间工作区域分为车身修复工作区域（钣金工作区）和涂装工作区域（喷涂工作区）。主要在这两个工作区完成车身修复和涂装两项工作。

车身维修车间的工作区又根据生产需要划分为几个工位。工位之间相互联系也相对独立。车身修复工作区一般分为钣金加工检查工位、钣金加工校正工位、车身校正工位和材料存放工位等，如图 1.1 所示。车身涂装工作区一般分为喷漆准备区和喷漆区，喷漆准备区设有检查工位、打磨工位、调漆工位等。

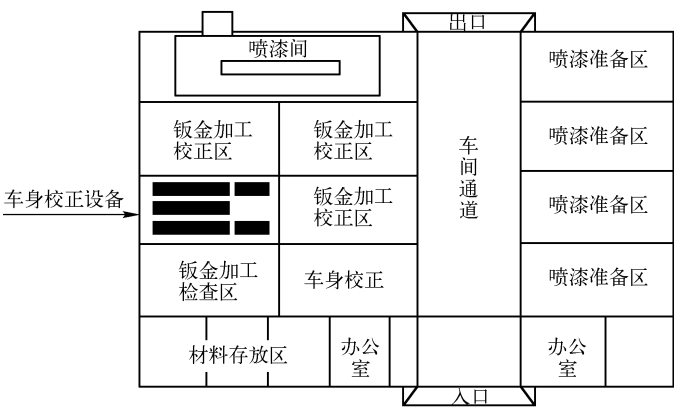


图 1.1 车身维修车间工位布置图

在车身修复工作区域要完成事故车辆的检查、车辆零部件的拆卸、板件维修、车身测量校正、车身钣金更换、车身装配等工作。

车身校正工位是车身修复工作区最重要的工位，同时也是完成工作量最多的工位。此工位要放置一台车身校正系统，车身校正系统平台的长度一般为 5 ~ 6m，宽度一般为 2 ~ 2.5m，要具备足够的操作空间。在车身校正系统周围至少要有 1.5 ~ 2m 的操作空间，因此，车身校正工位的长度一般为 8 ~ 10m，宽度一般为 5 ~ 6m。

## 2. 气路和电路的布置

车身维修车间在车身修复和涂装修复过程中，均要使用压缩空气和电，所以气路和电路的布置是否合理非常重要。

车身维修车间内压缩空气的压强一般为 0.5 ~ 0.8MPa。一般车间要有一个压缩空气站，各个工位要有压缩空气接口，管路要沿墙壁布置，布置高度不超过 1m，也可布置在靠近车间顶板的位置。每个工位至少要留出 2 个接口，并安装开关，采用快速接头。

车身维修车间的用电量很大，特别是车身修复过程中的焊接和校正作业，用电量都很大，一般都不小于 15A，而大功率的电阻点焊焊接电流不小于 30 ~ 40A，所以要在车间校正工位附近设置一个专用的配电箱供车身修复焊接用电，配电箱的位置距离车身校正系统不能超过 10 ~ 15m，防止过长导致线路过热。

在每个工位要设置至少 2 个三孔插座，电流不小于 15A，每个插座都要保证可靠接地。

### 1.1.2 维修车间驾驶车辆的安全

维修车间由于空间小，人员多，缺少交通指挥，很容易导致车辆行驶过程中，出现互相刮碰，挤伤人与碾压人的事故，因此应注意以下安全事项。

#### 1. 小心驾驶

在车间内应慢速驾驶车辆，并保持车窗处于开启状态，以便驾驶人更容易听到同事发出的警示。不要让无驾驶证的人驾驶车辆，车辆在车间移动的时候，要在车间内规定的固定路线行驶。

#### 2. 注意观察

在车间移动车辆时，应查看各个方向，在确保没有人或物品挡住道路时，才可行驶车辆。最重要的是要注意正在作业的人员是否把腿伸到行驶路线上。

#### 3. 车辆安全停靠

在车辆进行作业时，要拉起驻车制动器，自动挡车要将自动变速器置于驻车挡。同时要用楔形木块垫住车轮防止车辆移动。点火开关置于关闭位置。

#### 4. 驾驶员自身保护

驾驶员要避免接触到旋转的部件，要防止衣物和头发与旋转的部件接触，防止绞入造成伤害。手指也要远离处于拉伸状态的弹簧。例如，发动机罩与车门的铰链弹簧非常有力，小心手指不要被弹簧夹伤。

### 1.1.3 消防安全

#### 1. 消防设施

燃烧的三个基本要素是热量（温度）、易燃物、氧气。只要这三个要素中有一个缺失就能熄灭火焰，阻止火灾的发生。

在车间一般要配备水龙头、防火沙、灭火器等消防设施。

多用途干粉灭火器可扑灭易燃物、易燃液体和电气火灾，车间应配备足量的多用途的干粉灭火器，保证性能完好，使用方法各个员工都要掌握。

灭火器应该定期进行检查、定期重新加注灭火剂。灭火器要摆放在车间的固定位置，并设有明显的标志。

#### 2. 车间防火注意事项

车身维修车间如有汽油、油漆等各种易燃品，在操作过程中也经常产生明火，极易造成火灾。因此在车身维修操作时要注意以下防火事项。

- (1) 车身维修车间禁止吸烟。
- (2) 不能将火柴或打火机等火种带入车间。
- (3) 进行焊接或切割作业时，高热量的火星可飞溅到很远，因此，不要在存有油漆或易燃的液体材料附近进行切割或焊接作业。
- (4) 易燃材料要专人妥善保管，不要有泄漏现象。
- (5) 燃油箱要在作业前排空后拆下。必要时要用湿布将油箱的修理部位进行冷却。
- (6) 为了防止电气火灾，在进行电气作业或车身作业前，要断开蓄电池。
- (7) 注意在有内饰件附近切割或焊接时，要防止内饰件被点着。适当的用湿布遮盖，同时要在旁边准备一桶水和一个灭火器。
- (8) 一旦发生火灾，要冷静处理，采取必要的措施进行扑救，同时及时拨打火警电话报警。同时要注意及时撤离火灾现场。

### 1.1.4 电气安全

车身维修作业过程中，经常使用电动工具，利用交流电的时候较多，为了保障用电安全，在维修和使用设备和工具时，必须先断开电源，否则会有电击危险，严重的可能造成人员死亡。

用电设备和工具长时间使用，会由于导线牵拉扯动频繁，导致导线磨损而漏电，因此要保持地面无水，保持干燥，因为水能导电，会因为漏电的部分导电而致使人有电击的危险。在使用过程中，必须保持地面干燥，发现有导线漏电应及时进行修复或更换。

应该确保电动工具和设备的电源线正确接地。如果电源线中的接地插头断裂，则应更换插头后再使用工具。

仔细阅读设备和工具的使用说明书，正确进行导线连接，按说明书的要求进行使用。

# 1.2 车身维修人员安全与防护

## 1.2.1 维修人员身体防护

### 1. 呼吸系统和肺部的防护

在对镀锌钢材进行焊接时产生的焊接烟尘、在进行打磨抛光时产生的微尘、清洗部件时挥发的溶剂和在喷射防腐剂时挥发的液滴，都会被吸入呼吸系统中，对人体产生暂时甚至是永久性的伤害。因此，在进行这些操作时都应该佩戴呼吸器，达到对呼吸系统的防护的目的。

(1) 供气式呼吸器。主要由一个透明的护目镜、外接气源软管、兜帽等组成。使用时，干净可呼吸的空气通过软管从一个单独的气源泵送到面罩或头盔中，供人呼吸。在喷涂作业时，采用供气式呼吸器，防护效果好。

(2) 滤筒式呼吸器。滤筒式呼吸器由橡胶面罩、预滤器、滤筒、进气阀和出气阀等组成。橡胶面罩用来保证贴合脸部轮廓，保证气密性。可更换的预滤器和滤筒，能够清除空气中飞散的溶剂和其他蒸气。进气阀、出气阀保证所有吸入的空气都通过过滤器，如图 1.2 所示为带面罩和不带面罩的滤筒式呼吸器。



图 1.2 带面罩和不带面罩的滤筒式呼吸器

(3) 焊接用呼吸器。在进行镀锌钢材焊接时，产生的焊接烟尘和锌蒸气会对人体产生很大的伤害。焊接用呼吸器就是在呼吸器上有一个特殊的滤筒，来吸收焊接产生的烟尘。

(4) 防尘呼吸器。防尘呼吸器一般是用多层滤纸制作的价格较低的纸质过滤器，它的作用是阻挡空气中的微尘、粉尘进入人的鼻腔、咽喉、呼吸道和肺部。在进行打磨、研磨或用吹风机吹净操作时会产生大量的粉尘等，应佩戴防尘呼吸器。防尘呼吸器是加了过滤层的口罩。

### 2. 头部的防护

车身维修人员在作业过程中，由于时常在车下或者车厢内进行作业，不小心容易造成头部损伤，还会因为粉尘、油污等造成头发污染或不清洁，因此要注意头部的防护。在进行维修作业中要戴上安全帽，在车下作业或者拉伸校正操作时要戴上硬质的安全帽。同时，头发不要过长，工作时要把头发放入安全帽中。

### 3. 耳的防护

在车身维修作业过程中，经常使用气动镗、气动锯等切割工具，还经常对钣金件进行敲打、打磨等操作，这些都会产生高分贝的噪声，容易对耳朵产生伤害，因此进行上述工作时，要佩戴耳塞或耳罩以加强耳朵的防护。

### 4. 眼睛和面部的防护

如果佩戴的防护呼吸器不带面罩，就应该在大多数维修操作时佩戴防护眼镜、面罩等装置，以保护眼睛和面部。

防护眼镜能在锤击、钻孔、磨削和切削等操作时，防止飞屑击伤面部或眼睛。

在进行焊接作业时，应佩戴有深色镜片的头盔或护目镜，头盔能保护面部免受高温、紫外线或熔化的金属灼伤，深色镜片能保护眼睛免受电焊弧光的伤害。

### 5. 身体的防护

在车身维修车间应穿着合格的连体工作服，不能穿宽松的衣服或没系袖口扣子的衬衫，不能佩戴饰物。衣物应远离运动和运转的部件，宽松、下垂的衣物容易被绞入运动部件，造成人体伤害。

### 6. 手、腿、脚的防护

在焊接作业时，应戴上皮质的手套，防止焊接熔化的金属烫伤手臂。

在进行车身维修作业中，经常会跪在地上进行操作，因此最好佩戴护膝，以保护膝盖，防止引起膝盖的损伤。

在车身维修车间，工作时最好穿安全鞋，不能穿凉鞋和拖鞋。安全鞋鞋头有金属片，可以防止重物下落砸伤脚；安全鞋还有防滑和绝缘的功能，可以防止滑倒和防止触电事故的发生。

## 1.2.2 个人安全准则

车身维修人员进行车身维修操作时要遵守以下准则。

#### 1. 掌握信息

在使用各种设备前要认真学习产品标签上或说明书上的使用方法和注意事项，切忌盲目操作和违反操作规程进行作业。

#### 2. 佩戴个人防护用具

按防护要求佩戴安全防护用具，并保证防护用具性能可靠。

#### 3. 合理使用压缩空气

用压缩空气枪吹洗车门的侧壁和其他难以达到地方时，应当戴上护目镜和防尘面具。不要用压缩空气吹身上的灰尘，以免压缩空气的压力把铁屑等杂质嵌入人体的皮肤内。

#### 4. 金属处理过程

金属的处理剂含有磷酸，吸入这种化学物质或皮肤、眼睛接触到这种物质，可以引起发炎，所以在使用这些材料时，要佩戴安全镜、穿工作服、戴橡胶手套及气体呼吸保护器。

#### 5. 场地安全

在工作场地不允许进行追逐、打闹。工作区的许多设备、工具，还有气和电的管路、线路都存在潜在的危险，可能对人员、物品产生损害。

在搬运物品时，一定要尽量借助一些设备进行搬运、提升、移动，尽量减小意外扭伤或砸伤。

### 复习思考题

1. 在车间内移动车辆时要注意哪些安全事项？
2. 车身维修人员应做哪些身体防护？
3. 如何安全举升车辆？
4. 维修车间如何防火？

# 第 2 章 车身修复常用工具及其正确使用

## 学习目标：

- 1. 了解车身修复的常用工具。
- 2. 会正确使用各种工具。
- 3. 掌握手工工具和动力工具使用的注意事项。

在车身修复作业中，会用到大量的手工、电动、气动工具，在使用每一件工具前要充分了解各种工具的主要用途、使用方法，从而提高效率，减少工具的损坏，保证生产安全。

## 2.1 手工工具及其正确使用

### 2.1.1 钣金锤

钣金锤是连续敲击钣金件使其形状恢复的基本工具。钣金锤种类很多，有方头、圆头、尖头等不同形状，每种形状都有相应的主要用途。

钣金锤根据锤头材料不同，可分为橡胶锤、木锤和铜锤等。

#### 1. 镐锤

镐锤是专门用来维修小凹陷用的工具，各种规格的镐锤如图 2.1 所示。镐锤的尖顶用于敲顶出凹陷，其平头端与抵座（垫铁）配合，敲击去除小的凸点和波纹。

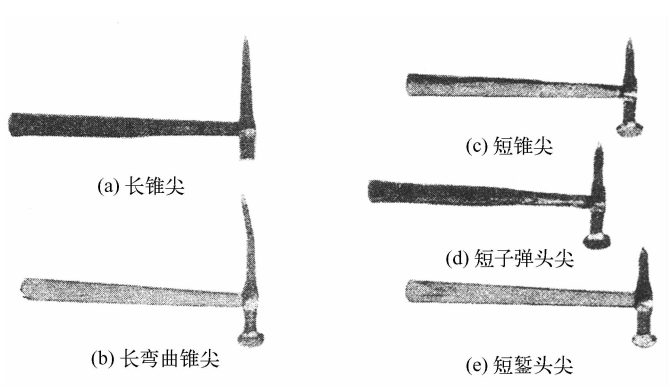


图 2.1 各种规格的镐锤

镐锤使用时不要用力过大，防止尖顶将钣金穿透。镐锤不能用于修复大的凹陷表面。

#### 2. 冲击锤

冲击锤的锤头的形状一端是圆形，锤顶的表面几乎是平的，如图 2.2 所示。这种锤的顶

面大，打击时打击力可以扩大到较大的面积上，适用于矫正凹陷板面的初始作业或加工非暴露的钣金件。

在钣金修复作业中，还常用一种中间锤，其目的是使工件在敲击作业中，起到过渡的作用，避免直接敲击钣金的表面，减轻钣金表面损伤程度。

### 3. 钣金锤的正确使用

利用捶击法进行修复作业的关键是选择敲击部位，同时也要注意锤子的正确使用，如图 2.3 所示，握锤时，以下边两个手指为支点，用其他手指将钣金锤向下推。当锤子从金属表面向回弹时，可以绕着支点做轻微的旋转。



图 2.2 冲击锤

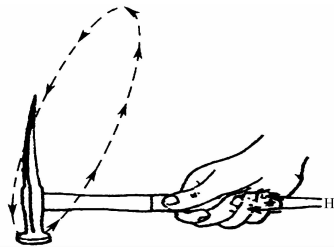


图 2.3 钣金锤的正确使用

作业前要研究敲击的落点、敲击力度和次数，要用手腕去驱动锤子垂直敲打，让锤子的平面与被敲击的金属接触，不能用整个手臂或肩部的力量，不要用力过猛。

### 2.1.2 抵座

抵座是一种手持的铁砧，是敲击整形的衬托工具，与钣金锤配合使用。由于钣金的形状很复杂，所以抵座的形状也很多，大小不一，但是都具有方便手持的特点。如图 2.4 所示为各种不同形状的抵座。

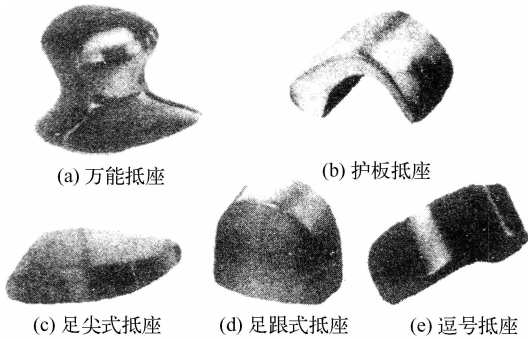


图 2.4 常用抵座

各种抵座的适用范围不同，一般万能抵座的适用范围广，足尖或足跟式抵座适用于在狭窄的部位进行敲击，其平面直角边可以用来矫正凸缘。抵座在车身表面钣金修复中最为常用，凡是能有空间较容易抵座进入的部位，在钣金变形修复过程中，均可以用抵座进行修整。

抵座在使用过程中，要根据钣金外形和变形的情况合理选择合适的抵座，不要怕麻烦，



不要使用单一的抵座进行修复作业。抵座的种类不足时，可以根据车外形特点，自己做出相应的抵座，从而加快修复效率和保证修复表面效果。

### 2.1.3 修平刀

修平刀实际上是一根带弯曲工作面的杠杆。如图 2.5 所示，修平刀有各种不同的形状和尺寸组合，以适应对不同曲面部位的作业。

修平刀是车身修理特殊的工具，将修平刀紧贴待修表面，再捶打修平刀，对表面某些微小的隆起、凹陷部位恢复原状特别有效。对难以放入抵座的弧形凹陷，修平刀可以当成抵座使用。

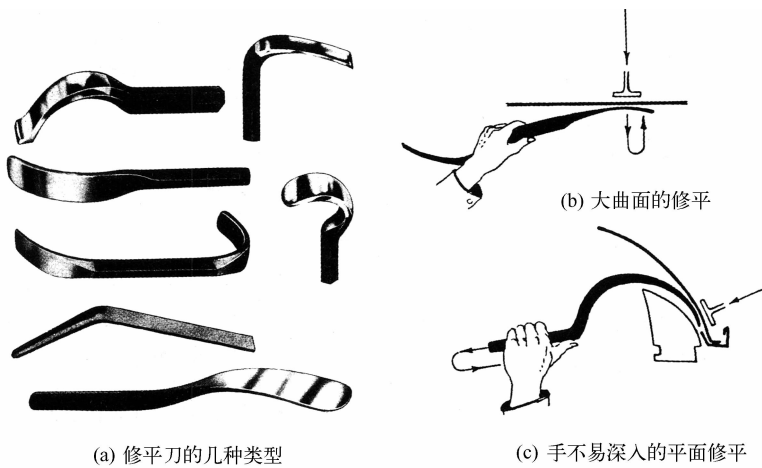


图 2.5 借助修平刀修平

运用修平刀修平作业时，应注意对捶击力度的控制，当捶击的力度大于修平刀的顶贴力时，就达不到修平的目的，甚至还会导致变形严重。

### 2.1.4 手锯

手锯主要用于对扁钢、型钢的下料。在锯割前，应先用划针按要求划出切割线，并用三角锉锉出起锯点。

手锯操作时，一手在前握住锯弓，一手在后握住锯柄。如图 2.6 所示，起锯要略向工件的前或后边缘倾斜  $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ，然后再转入正常姿势，防止折断锯条。推锯时，身体上部应略向前倾，给手锯以一定的压力，拉锯时应将手锯稍微抬起，以免加剧锯齿的磨损。

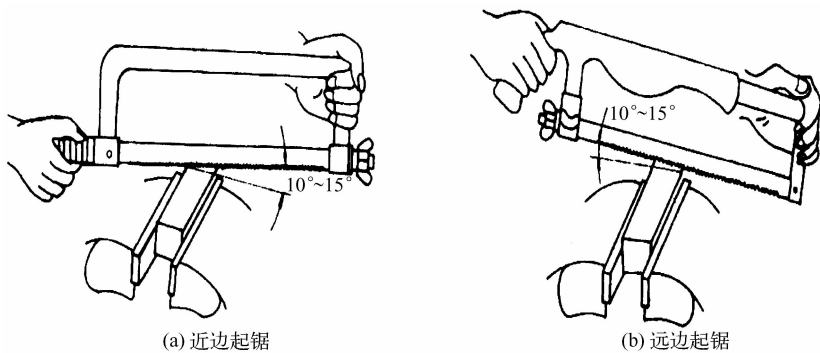


图 2.6 锯割方法

锯割的往复速度以 20 ~ 40 次/min 为宜, 锯条的使用长度不应少于全长的 2/3。锯条的运动有直线方式和摆动方式两种, 要根据工件锯割的宽度而定。

### 2.1.5 拉拔器

对于车身面板的凹陷, 有时由于车身密封, 无法从内部顶起或敲击, 需要用拉拔器或拉杆拉出凹陷的表面。

拉拔器如图 2.7 所示。拉拔器的顶端为螺纹尖端或呈钩形形式。利用顶端与钣金结合, 结合方式有螺纹旋进方式、钻孔钩联方式、点焊粘接方式等, 目前大多用点焊焊点粘接方式。

拉拔器使用时, 先将拉拔器的顶端利用一定方式和需修复的板件表面结合, 然后利用在杆中部的冲击惯性锤, 利用手握冲击惯性锤向外运动的冲击惯性, 产生沿杆向外的拉力, 使凹陷的凹点慢慢的拉起, 如图 2.8 所示。

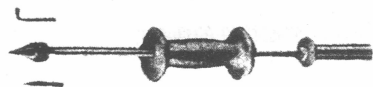


图 2.7 拉拔器

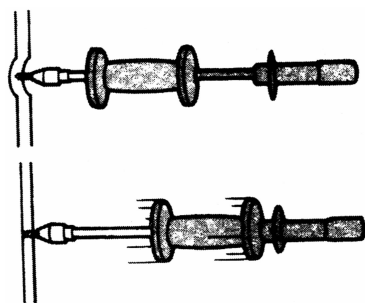


图 2.8 用拉拔器拉平凹坑

拉拔器使用过程中, 要注意与板件的连接应具有一定的强度, 否则拉拔力保证不了, 影响修复效果。对于焊接粘接方式的拉拔器, 因为开始是焊接过程, 要控制焊接电流不要过大, 防止将板件烧穿。

### 2.1.6 手工工具使用的安全操作事项

(1) 不要将手工工具做任何非设计规定的用途。例如, 不能对锉和旋具进行敲击, 因为敲击会导致断裂并造成人身伤害。

(2) 手工工具应保持清洁和良好的工作状况。工具如果不清洁, 表面粘满润滑脂、润滑油等, 会容易从手中滑脱, 产生危险。

(3) 不要同时打开多个工具柜的抽屉。打开多个工具柜的抽屉, 容易刮伤人, 同时还会因为工具柜盛满工具后特别重, 造成工具柜倾翻而砸伤人。

(4) 手工工具在使用前要检查有无裂纹、碎片、毛刺等情况。如果工具存在问题, 应修理或更换后再用。

(5) 使用锋利或带尖的工具时应特别当心。例如凿子或冲子应正确研磨, 保持锋利, 使用时要正确握持, 避免割伤手。

(6) 在进行其他操作时不要把旋具、冲子或其他尖锐的手工工具放到口袋里, 也不要放到尚运转的车上不稳定的部位。避免刺伤自己或损坏车辆。

(7) 将所有的零件和工具整齐地摆放到指定位置。保证其他工作人员不会被绊倒。

(8) 利用移动千斤顶顶起车辆的某部位, 应该放置建议的举升处, 避免车辆损坏。

(9) 在车下进行作业时, 要利用支撑架将车辆支撑牢固, 而不能单靠千斤顶来支撑, 防止千斤顶突然卸压而压伤人。

## 2.2 动力工具及其使用

为了减轻劳动强度, 提高工作效率, 现代车身维修作业中, 对于加工量较大的部位, 用动力工具替代手工工具的机会逐渐增多。合理选用和使用动力工具, 是保证维修质量, 提高维修效率, 以及安全生产的重要方面。

动力工具根据动力源不同, 分为气动工具和电动工具。气动工具是利用压缩空气能量转换成机械能的工具; 电动工具是利用电动机, 将电能转换成机械能的工具。

现在用于车身维修的动力工具很多, 现将常用的动力工具进行介绍。

### 2.2.1 风镔

风镔如图 2.9 (a) 所示, 是以压缩空气为动力, 可产生 1800 次/min 的击打频率, 其质量仅为 1~2kg。风镔配备不同的镔头, 可以实现镔割、铲平、敲击等多项功能。风镔的特点是体积小、质量轻、效率高、切割性能好; 在不受限制的情况下, 可进行直线、曲线和型线的切割; 与锯割或砂轮切割相比, 无粉尘危害。缺点是振动和噪声较大。图 2.9 (b) 为风镔的切割应用实例。

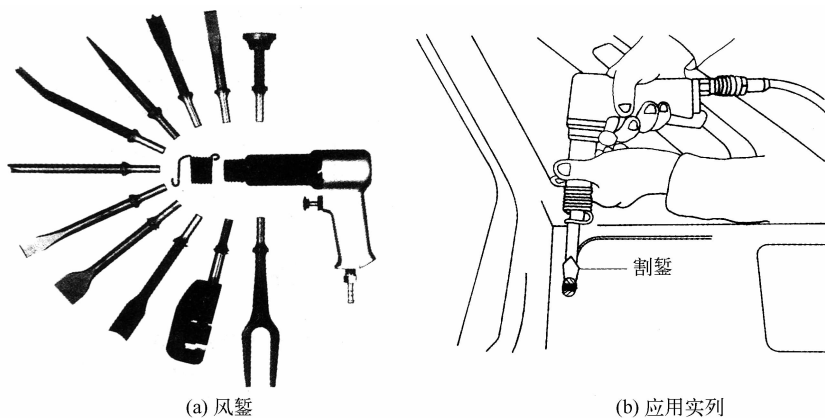


图 2.9 风镔及其应用

风镔使用时要根据需要和结构特点, 合理选择不同的镔头, 并检查安装是否可靠。手握风镔要保持平稳, 身体尽量躲开镔出金属屑的方向, 要佩戴护目镜和耳塞。

### 2.2.2 风动锯

在进行切割作业时, 当切割部位是车身的板类构件, 由于切割量大, 手锯切割效率低。另外, 手锯还受锯弓的限制, 有些部位无法用手锯切割。那么, 在切割作业时, 就经常用到风动锯。风动锯如图 2.10 所示, 也是利用压缩空气为动力。风动锯锯条只有一端装在锯身上实现锯割作业, 由于没有锯弓限制, 切割缝可以无限延长。

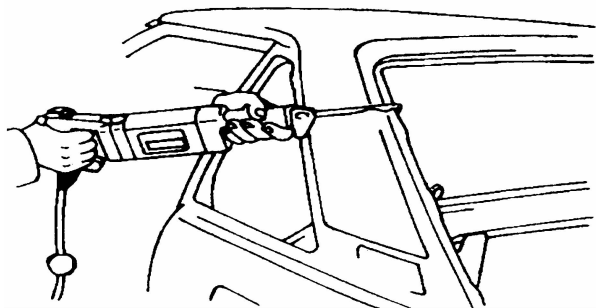


图 2.10 风动锯切割车身构件

风动锯具有切割效率高、使用方便、对构件损坏程度小等许多优点。

风动锯的锯条外露，而且切割速度相当快，所以使用时，一定要将切割的部位周围清理好，切割用力要适当，避免切割到不需要切割的部位，避免伤到人。切割缝最好要预先画好线，防止切偏。

### 2.2.3 砂轮机

砂轮机主要作用是打磨和切割。打磨作用是利用砂轮盘的平面磨削工件的不平部位，多为对焊接后的焊缝的凸起进行打磨，使其表面平整；切割作用是在拆解车身构件时，利用砂轮的端面切割焊缝，使焊缝断开。

如图 2.11 所示为用砂轮割断焊缝、拆解车身构件的方法。对于只拆解不更换的构件，应选好切割角度，而不要损坏零件本身；对于切割后更换的构件，可以直接割断构件，但是要注意不要割伤完好的构件。

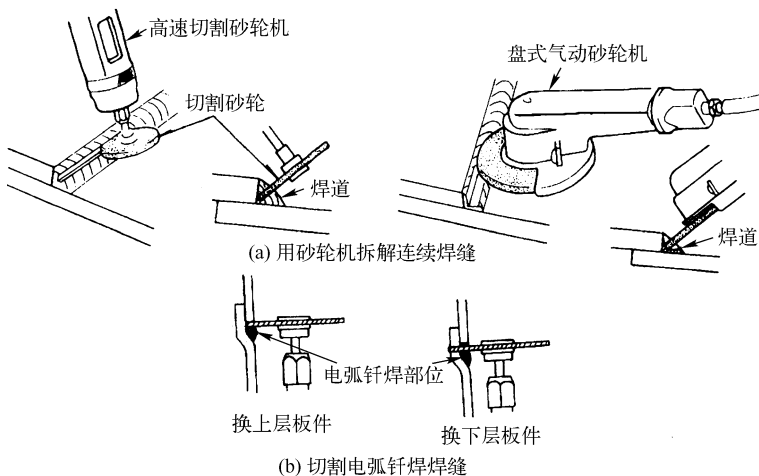


图 2.11 用砂轮机割断焊缝、拆解车身构件的方法

在切割焊缝过程中，要注意控制切割深度，不要造成切割过度，避免切割到需要保留的构件。砂轮机的砂轮在装到砂轮机上前要进行检查，看是否有裂纹，防止工作时破碎伤人。砂轮机要先开机运转后，再将砂轮接触到工作表面进行作业。

2.2.4 手电钻

手电钻的主要作用是进行钻削作业。一般用于钻除焊点分离构件和在钣金构件上进行打孔等作业。

钻削所应用的刀具以麻花钻头和钻孔器为主。为了便于钻削车身构件的焊点，一般要将普通钻头根据需要进行磨削，或者使用钻孔器作为专门的切具，如图 2.12 所示。

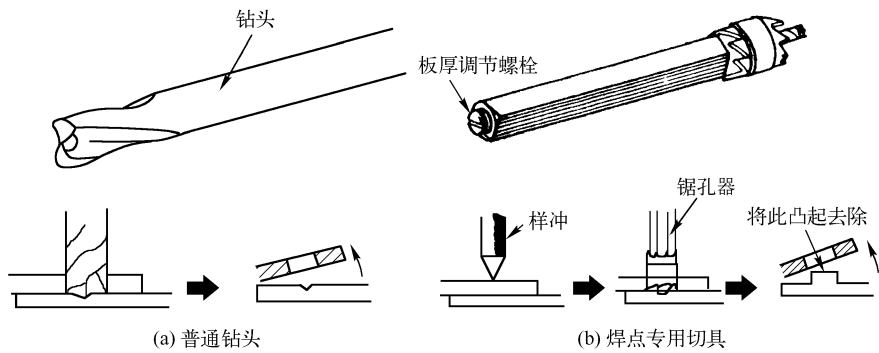


图 2.12 钣金维修常用钻头

钻削前应用中心点冲冲出定位孔。当钻孔的直径超过 12mm 时，应先用小直径钻头将定位孔钻出，然后再用合适的钻头进行切削加工。

在钻削过程中由于产生热，过热会使钻头失去应有的硬度，因此在钻深孔或连续作业时，应进行必要的冷却。

由于车身构件多为薄板件，因此应注意钻削用力不易过大，还应该防止钻透瞬间突然阻力加大。另外，应注意防止钻削过度，将不该钻除的板件钻削。

2.2.5 打磨机

在进行喷涂作业过程中，经常要进行涂层的打磨。打磨机是以动力驱动的工具，其上附有砂纸，用于除锈及打磨油漆涂层表层、腻子、二道底漆等。

1. 打磨机的分类

打磨机根据驱动方式分为电动打磨机和气动打磨机。电动打磨机和气动打磨机外形分别如图 2.13 和图 2.14 所示。

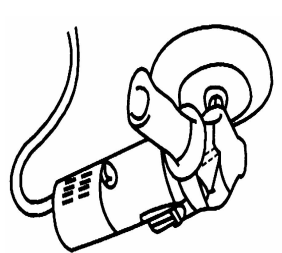


图 2.13 电动打磨机

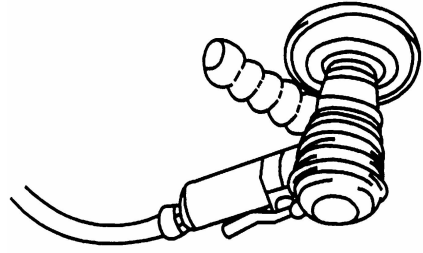


图 2.14 气动打磨机

由于打磨机一般用于喷涂车间，而喷涂车间内有大量的易燃物品，因此要尽量减少电动工具的使用，所以在喷涂车间内时主要采用压缩空气驱动的气动打磨机。气动打磨机主要有单作用打磨机、轨道式打磨机、双作用打磨机和往复直线式打磨机四种类型。

### (1) 单作用打磨机

打磨机的打磨盘垫绕一个固定的点转动，砂纸只作单一的圆周运动，这种打磨机称为单作用打磨机，如图 2.15 所示。

单作用打磨机的打磨扭矩大，低速打磨机主要用于刮去旧涂层及除锈；高速打磨机主要用于漆面的抛光，也就是抛光机。

### (2) 轨道式打磨机

轨道式打磨机的打磨盘垫外形呈矩形，便于在工件表面上沿直线轨迹移动，整个打磨垫以小圆圈振动。如图 2.16 所示，这种打磨机主要用于腻子的打磨。它可以根据工件表面的情况采用各种尺寸的打磨砂垫，以提高效率，轨迹直径也可以进行改变。

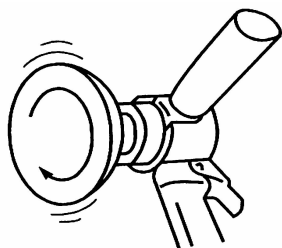


图 2.15 单作用打磨机

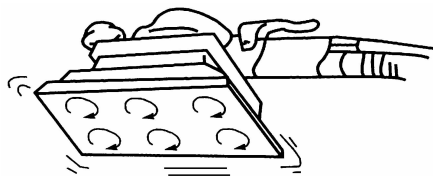


图 2.16 轨道式打磨机

### (3) 双作用打磨机

双作用打磨机的打磨盘垫运动较复杂，盘垫本身以小圆圈振动，同时还绕自己的中心转动，因此兼有单作用打磨机和轨道式打磨机的运动特点，如图 2.17 所示。

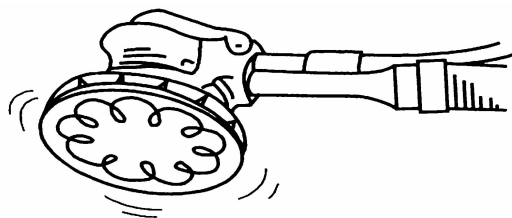


图 2.17 双作用打磨机

双作用打磨机的切削力比轨道式打磨机要大。使用时要考虑轨道直径，直径大的打磨较粗糙的，反之打磨较细的。

### (4) 往复直线式打磨机

打磨机的砂垫做往复直线运动，主要用于车身上的特征线和凸起部位的打磨作业。

电动打磨机的类型和气动打磨机基本相同。

## 2. 打磨机使用的要求

(1) 根据操作者的体力选择大小合适的打磨机，否则，太大很快疲劳，不能持续作业，太小则效率低。

- (2) 根据实际打磨面的形状和面积大小选择合适的打磨头。电动打磨机如果选择硬的打磨头，要保持与涂膜表面平行，否则会在金属表面留下划痕；如果选用的是柔性的打磨头，应与涂膜表面成一定的角度。
- (3) 由于打磨机转速非常高，使用时一定要牢牢的握持住，以免脱手产生危险。
- (4) 气动打磨机打磨主要靠旋转力切削，因此与被打磨表面应该成  $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$  的夹角。
- (5) 打磨操作要佩戴好防护用具。

### 2.2.6 动力工具的安全操作事项

- (1) 在使用动力工具前，要安装好动力工具的护具。在对工具进行修理和维护时，在进行前先将工具的空气软管或电源线断开。
- (2) 动力工具使用时不要超出其额定功率。如砂轮通常有每分钟最大转速，操作时应确保动力工具未超出砂轮、刷子或其他工具的极限转速，否则砂轮或刷子可能会炸开，砂轮碎块或钢丝甩出会造成人员、物品的损伤。
- (3) 当用工具进行研磨修整时，应避免工具表面硬化金属过热。
- (4) 用动力工具对小零件进行加工时，不要一手持零件，一手持动力工具进行操作，否则零件容易滑脱，造成手部的严重伤害。
- (5) 在进行研磨、钻孔、打磨时，一定要使用夹紧装置将零件夹紧或固定小零件。
- (6) 在使用液压装置时，应确保施加的液压是安全的。在操作液压机时，人应该站在侧面，一定要戴上全尺寸面罩，防止零件飞出造成伤害。

## 复习思考题

1. 车身维修常用的手工工具有哪些？
2. 车身维修常用的动力工具有哪些？
3. 拉拔器的作用是什么？
4. 手工工具安全操作事项有哪些？
5. 动力工具安装操作事项有哪些？
6. 打磨机的作用及使用要求？
7. 打磨机分为哪几类，各自的特点是什么？

# 第 3 章 汽车车身结构

## 学习目标：

1. 熟悉车身结构类型及主要性能。
2. 掌握轿车车身构造。
3. 了解客车车身构造。

## 3.1 汽车车身概述

汽车车身是驾驶员的工作场所，也是容纳乘客和货物的场所。随着新技术、新工艺、新材料的开发与研究，汽车车身正以多种多样的形式，不断满足安全、节油、舒适、耐用等技术要求。车身作为汽车的基本骨架，是汽车中最大的部件，它决定着汽车的基本形状、大小，甚至用途。车身是汽车外表的保护性外壳，外壳表面覆盖各种颜色，同时也是车辆的整体结构，保障车辆的安全和强度。车身是由多种材料制成的，通常包括钢、铝、塑料、玻璃等材料，车身表面根据用户要求的不同，而漆涂各种鲜艳的油漆，使车辆达到美观的效果。由于事故而造成汽车损坏时，如果车身无法修复，就表明这辆车必须报废了。

### 3.1.1 汽车车身的分类

#### 1. 汽车车身的结构形式

按车身是否承载受力，有车架式车身、承载式车身。

##### (1) 车架式车身

如图 3.1 所示为典型的车架式车身结构示意图。车架是一个独立部件，不需要与车身外壳焊接在一起，车架式车身的下面有足够强度和刚度的独立车架，壳体与底架组合而成车身主体（车箱），并与车架通过木条、橡胶垫等减振材料多点挠性连接，安装了减振器，达到更好的避振效果。大部分载荷几乎全部由车架所承受，车身壳体不承载，只在很小程度上承受由于底架弯曲或扭曲变形所引起的部分载荷。

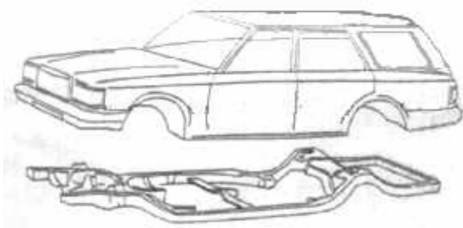


图 3.1 车架式车身结构示意图



车架式车身具有减振性能好、工艺简单、易于改形、安全性好的优点，但也有质量大、承载面高、投入多的不足。

车架式车身需要独立的车架，广泛用于客、货汽车车身上。

## (2) 承载式车身

承载式车身又称为整体式车身，如图 3.2 所示。车身是承担全部载荷的刚性壳体。它是一个个以压力加工而成的不同形状的薄钢板散件点焊连接成的一个整体，具有良好的抗弯曲和抗扭曲的性能。由于底盘各部件是直接装配在车身上的，所承受的载荷理所当然包括载质量、驱动力、制动力以及来自不同方向的冲击、振动等。从传动和悬挂系统传来的振动和噪声直接进入地板槽，可能引起车身强烈振动，设计时需要附加抑制振动和噪声的隔振或减振装置。承载式车身十分有利于减轻自身质量，并使车身结构合理化，现代轿车几乎都采用承载式车身。



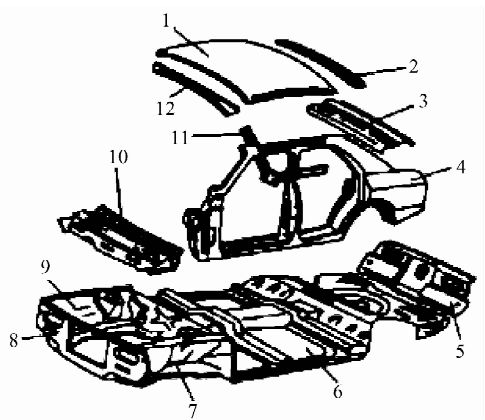
图 3.2 承载式轿车车身

承载式车身虽然没有独立的车架，但由于车身主体与类似于车架功能的车身底板，采用组焊等方式制成整体刚性框架，使整个车身（底板、骨架、内外蒙皮、车顶等）都参与承载，如图 3.3 所示。这样，分散开来的承载力会分别作用于各个车身结构件上，车身整体刚度和强度同样能够得到保证。当车身整体或局部承受适度载荷时，壳体不易发生永久性变形，即刚性结合处在正常载荷作用下一般不会永久性变形。而且这些构件组成的刚性壳体，在承受载荷时“牵一发而动全身”，依作用力与反作用力平衡法则，“以强济弱”地自动调解，使整个壳体在极限载荷内始终处于稳定平衡状态。这如同凭握力并不能使鸡蛋破碎那样，所施的压力被蛋壳整体结构有效地化解了。

承载式车身的优点是：质量小、生产性好、适合现代化大批量生产。它不像制作车架那样非使用厚钢板冲压、焊接不可，而是采用容易成型的薄钢板冲压。并且点焊工艺和多工位自动焊接等自动化生产方式的采用，使车身组焊后的整体变形小，且生产效率高、质量保证性好、结构紧凑、安全性好（由薄板冲压成形组焊而成的车身，具有均匀承受载荷并加以扩散的功能，对冲击能量的吸收性好。尽管当汽车发生冲撞事故时的局部变形较大，但对乘员室的影响却相对小得多，使汽车的安全保障性得到改善与提高）。

承载式车身也有不足之处，如底盘部件与车身结合部分在汽车运动载荷的冲击下，极易发生疲劳损坏；乘客室也更容易受到来自汽车底盘的振动与噪声的影响。为此，需要有针对性地采取一些减振、消声等技术措施。另外，对于这种一体式构造的车身，由事故所导致的整体变形较为复杂，并且车身整体定位参数的变化，还会直接影响到汽车

的行驶性能。车身维修作业中对整体参数复原时，不仅难度大，而且须使用专门设备和特定的检查与测量手段。由于车身底部与地面距离小，防腐蚀措施更为突出。由于这种车身钢性强，受撞击时冲击能量传递和分散遍布车身每个角落，远离冲击点的一些部位，受损的情况切不可忽视。



1—顶盖；2—后窗框上横梁；3—后围上盖板；4—侧门框总成；5—后围板；6—地板总成；7—前纵梁；8—散热器固定板；9—前挡泥板；10—前围上盖板；11—加强撑；12—前风窗上横梁

图 3.3 承载式车身结构

2. 按车身外形分类

轿车车身的形状，主要由座椅位置和数量、车门数量、顶盖变化、发动机和备胎的布置等因素决定。按车身背部结构分为：

(1) 折背式车身。这是指车身的背部有角折线条的车身形式，也被称为浮桥式、船形等，如图 3.4 所示。其主要特征是车身由明显的头部、中部和尾部三部分组成，大多数都布置有两排座位。这种轿车按车门数可分为二门式和四门式。

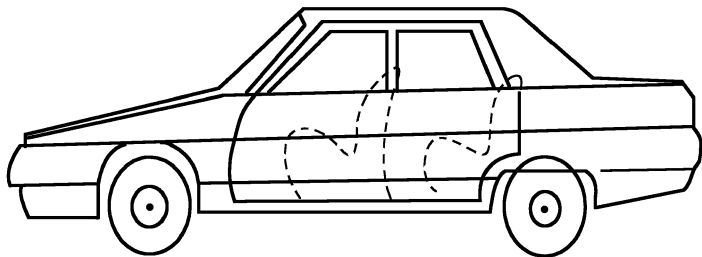


图 3.4 折背式车身

(2) 直背式车身。这种车身的后风窗和行李箱连接，近似平直，比折背式更趋流线型，有利于降低空气阻力，且使后行李箱的空间加大。这种车型也叫做快背式、溜背式车身等，如图 3.5 所示。

(3) 舱背式车身。这种形式的车身顶盖较折背式长，后背角度比直背式小，后行李箱与后窗演变为一个整体的背部车门。这种车型也叫半快背式车身，如图 3.6 所示。

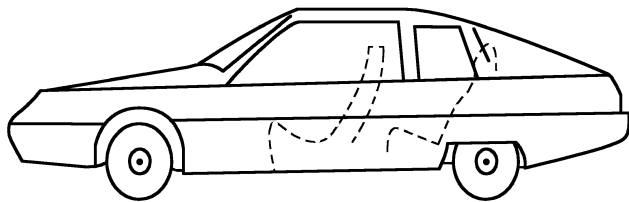


图 3.5 直背式车身

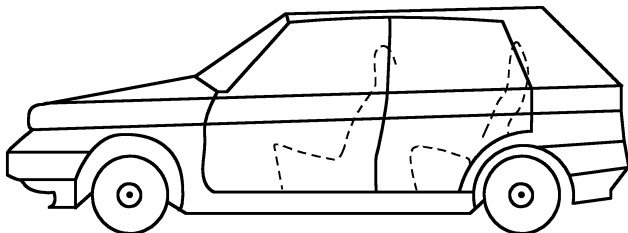


图 3.6 舱背式车身

(4) 短背式车身。这种车身由于背部很短而使整车长度缩短，从空气动力学的角度考虑也是有利的；同时，这种形式的车身可减少车辆偏摆，有利于稳定性。这种车型也叫鸭尾式车身，如图 3.7 所示。

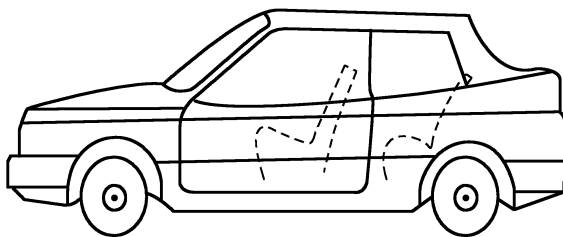


图 3.7 短背式车身

### 3.1.2 汽车车身基本结构

#### 1. 整体式车身的特点

由图 3.8 可知，整体式车身由于整个车身与车架合成一体，它没有单独的车架，所以整体式也叫无架式。整个车身由冲压不同形状的薄钢板件用电阻点焊连接成一个整体。其特点有：

(1) 整体式车身的主要部件是焊接在一起的，车身易于形成紧密的结构，有助于在碰撞时保护车内人员；

(2) 由于没有独立车架，车身紧挨地面，质心低，行驶稳定性较好；

(3) 整体式车身内部的空间更大，汽车可以小型化；

(4) 结构紧凑，质量轻；

(5) 整体式车身刚性较大，有助于向整个车身传递和分散冲击能量，使远离冲击点的一些部位也会变形；

- (6) 当碰撞程度相同时，整体式的车身比车架式车身的损坏更为复杂，修复前要做彻底的损坏分析；
- (7) 车身一旦损坏变形，则需采用特殊的（不会导致进一步损坏）程序来恢复原来的形状。

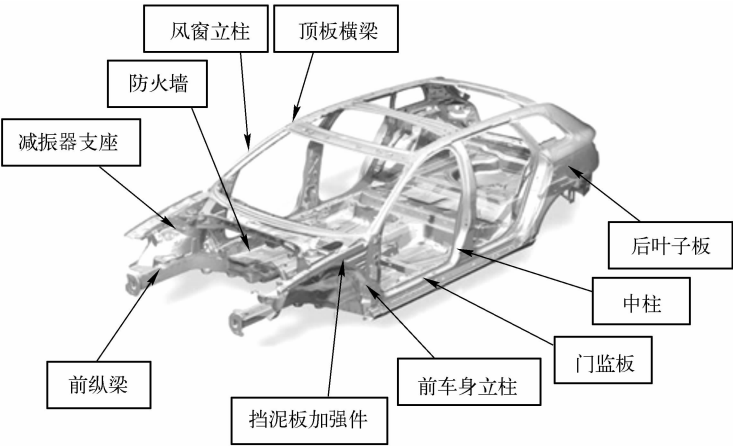


图 3.8 整体式车身结构

整体式车身的检查中容易忽略远离碰撞点的一些不明显的损坏，但是这些损坏在以后会引起操纵系统或动力系统的故障。整体式车身前部结构比车架式车身复杂得多，车身前部不仅有前悬架结构和操纵联动装置，而且装有整个驱动系统，如发动机、传动轴、驱动轴和万向接头等部件。车前部板件承受的载荷更大，要求前部车身的刚性要好。

2. 整体式车身的类型

现在的整体式车身结构有三种基本类型：前置发动机后轮驱动（简称前置后驱，可用 FR 表示）、前置发动机前轮驱动（简称前置前驱，可用 FF 表示）和中置发动机后轮驱动（简称中置后驱，可用 MR 表示）。

1) 前置发动机后轮驱动（FR）的车身

前置后驱（FR）的车身被分成三个主要部分：前车身、乘坐室和后车身。发动机、传动装置、前悬架和操纵系统在前车身、差速器和后悬架装在后车身。中车身的地板上焊接有纵梁和横梁，有很高的强度和刚性，可以保证汽车运行的需要。

前置后驱（FR）汽车的特点如下：

- ① 发动机、传动装置和差速器均匀分布在前后轮之间，减轻了操纵系统的操纵力；
- ② 发动机纵向放置在前车身的副车架或支撑横梁上；
- ③ 发动机可以单独拆卸和安装，便于车身修理工作；
- ④ 传动轴安装在地板下的通道内，减少了乘坐室的内部空间；
- ⑤ 由于发动机的传动系及后轮由前到后布置，因而汽车的振动和噪声源也分布到车身的前面和后面。

(1) 前置后驱的前车身。前置后驱的前车身由前横梁、前悬架横梁、散热器支架、前挡泥板、前围板、前围上盖板及前纵梁等构成。由于发动机、悬架和转向装置都安装在前挡泥板和前车身的前纵梁上，且前车身的强度和精度影响前轮的定位和传到乘坐室的振动与噪

声，因此前车身制造精确并且有极高的强度。车身外覆盖件，如发动机罩、前翼子板、前裙板等是用螺栓、螺母和铰链固定，其他的部件都是焊接在一起的以减轻车身质量、增加车身强度。

(2) 前置后驱的侧面车身。前置后驱的侧面车身结构，前柱、中柱、车门槛板、车顶纵梁等部位都用三层板设计，同时应用了大量的高强度钢，以防止来自前方、后方和侧面的碰撞引起中部车身变形。车身立柱、门槛板、车顶纵梁、车顶板、车地板共同形成乘坐室。在行驶时这些板件把从车底部传来的载荷传到汽车的上部部件，并阻止车身向左、右侧弯曲。车身立柱也作为门的支架，在汽车翻倒时能保持乘坐室的完整性。车身侧由于有车门其强度削弱，因而用连接的内部和外部板件来加强，形成一个非常强固的箱形结构。

(3) 前置后驱的底部车身。底部车身主要由前后纵梁、地板纵梁、地板及横梁构成同车架的框架。随着悬架和车身底部结构的大小和形状不同，这些部件的形状和基本布局会有变化。

① 底部车身前段。底部车身由纵梁横梁构成。由于要安装发动机、悬架等部件，并不影响前车轮的定位，这些构件都用高强度钢制成箱形截面。前纵梁均为上弯式，在板件上都有加工的预应力区，在碰撞时这些构件将会弯曲并吸收冲击能量，在正面碰撞时可以有效的保护乘坐室。

② 底部车身中段。底部车身中段主要由地板、地板横梁和地板纵梁等构成，前置后驱(FR)车身，因为变速器纵向放置，并且有传动轴传动动力至后方，所以需要较大的彻底拱起空间。因此，只能提供较小的腿部活动空间。前置后驱车型一般适用于大、中型具有较大车身的轿车上。地板的中心传动轴通道，加强了地板的强度，它能阻止地板扭曲。此外，地板主纵梁和横梁位于前排座下面和后排座前面，从而强化了左侧和右侧的刚性，在侧面碰撞中可防止地板折曲。

③ 底部车身后段。底部车身后段主要由后纵梁、后地板横梁、后地板及行李箱地板等构成。后纵梁从后排座下边延伸到接近后桥，并上弯延伸到后桥。此弯曲结构像前纵梁一样，可以吸收后碰撞的能量。另外后地板纵梁后段和地板纵梁是分开的，以方便维修车身时更换作业。

当燃油箱固定于地板下面时(悬浮式)，后地板纵梁后半部具有强韧而不易弯曲的特性，不过在弯角区域(向上弯曲)设计成容易发生折损变形，当发生后面碰撞时可以保护燃油箱。

(4) 前置后驱的后车身。前置后驱的后车身有轿车形式和旅行车形式两种类型，前者行李箱和乘坐室分离；后者行李箱与乘坐室不分离。在轿车中，后围上盖板和后座的软垫托架连接在后侧板和后地板上，围板可以防止车身扭曲。旅行车由于没有单独的后车身，采用加大顶盖内侧板及后窗下部框架，将顶盖内侧板延伸至后侧板等措施来加强车身的刚度。

(5) 车门。车门包括外板、内板、加强梁、侧防撞钢梁和门框。其中内板、加强梁和侧防撞钢梁以点焊结合在一起，而内板和外板通常是以摺边连接的。另外，车门窗框通常是由点焊和冲压结合而成的，车门的形式大致分为：窗框车门(如奥迪100)、冲压成型车门(如捷达)和无窗框车门(如斯巴鲁力狮)三种。

(6) 发动机罩。发动机罩包括外板、内板和加强梁。外板和内板的四周以摺边连接取代焊接的。为了确保发动机罩铰链和发动机罩锁支架的刚性和强度，将加强梁点焊于内板上，将密封胶涂抹于内板和外板的某些间隙当中，以确保外板有足够的张力。

(7) 行李箱盖。行李箱盖的构造类似于发动机罩,包括外板、内板和加强梁。内板和外板的四周采用摺边连接方式,而加强梁和支座由点焊焊接于行李箱盖上(铰链和支座区域除外),将密封胶涂抹于内板和外板之间的缝隙当中,以确保外板有足够的张力。

## 2) 前置发动机前轮驱动(FF)的车身

前置前驱(FF)的发动机安装在车身的前面并前轮驱动,由于没有传动轴,乘坐室的空间可以加大。同时发动机、传动轴、前悬架装置和操纵装置都设置在车身前部,车身前部部件承受载荷比较大,所以前置前驱的车身前部强度与前后驱有很大不同。其特点有:

- ① 变速器和差速器结合成一体,没有传动轴,车身质量明显减小;
- ② 因噪声和振动源多在车身的前部,汽车的总体噪声和振动减小;
- ③ 前悬架和前轮的负荷增加;
- ④ 车身内部空间增大;
- ⑤ 油箱可设在车中心底部,使行李箱的面积增大,内部也变得更加平整。
- ⑥ 由于发动机装在前面,碰撞时要有向前的惯性力,所以发动机的组件相应加强。

前置前驱的发动机可以纵向放置,当纵向放置发动机时,发动机由连接左右前纵梁的前悬架横梁支撑。这种发动机的放置与后轮驱动发动机的放置方式相同。当横向安置发动机时,发动机支撑在四个点上,即发动机安装在中心构件(或称为中间梁)和左右前梁上。

(1) 前置前驱的前车身。前置前驱的前车身由发动机罩、前翼子板、散热器上下支架、散热器侧支架、前横梁、前纵梁、前挡泥板和用薄钢板冲压成的前围板等构成。前置前驱和前置后驱汽车的前悬架几乎是相同的,他们都采用滑柱式独立悬架。前车身的精度对前轮定位有直接影响,所以在完成前车身修理以后,一定要检查前轮的定位。

前置前驱纵向放置发动机的前车身,为了增加前挡泥板的强度和刚度,将前挡泥板与盖板、前纵梁焊接在一起。纵向放置发动机的前身与后轮驱动的前身几乎相同,但由于前置前驱汽车前部承受较大的载荷,其扭力箱焊接在前纵梁的后端,所以,其前纵梁比前置后驱汽车相应构件的强度要大。

前置前驱横向放置发动机的前车身,由于前驱发动机横向放置,转向操纵结构齿轮齿条就装在前围板的下部,转向传动杆系通过前横梁后部大的开口和悬架臂一起装在直对开口下面的结构上,所以其前车身的下围板和前纵梁与后轮驱动汽车或发动机纵向安置的前轮驱动汽车完全不同。

(2) 前置前驱的中车身。前置前驱和前置后驱汽车的中车身是基本相同的,它们都由地板、地板纵梁、加强梁、地板横梁组成,地板纵梁由高强度钢板制成,位于乘客室下端,又称为车门槛内板。由于前置前驱(FF)车身没有传动轴,车地板拱起空间小,因此,能够提供较大的腿部活动空间。

(3) 前置前驱的后车身。前置前驱的后车身由上下两部分组成,上部由后门板、下后板、后侧板、后轮罩外板、后轮罩内板组成,底部由后地板横梁和后地板纵梁组成。因其前置前驱,油箱又安装在中央底部车身底板下面,这使后地板纵梁比后轮驱动的低。当发生后碰撞时,大部分撞击力就可以由行李箱空间吸收。后地板纵梁的后段都经过波纹加工,以提高撞击的能量。后地板纵梁的后段和后地板纵梁是分开的,车身维修时有利于更换作业。后地板纵梁的较低部分与后悬架臂连接。后轮采用独立的滑柱式悬架,这样可以改进转向操纵性能和行驶的稳定性,当发生后尾碰撞时,对后轮定位的影响比后轮驱动汽车要大得多。因此每次在后车身修理完成后都应当检查后轮的定位。

(4) 前置前驱的车身的其他部件。前置前驱汽车车身的发动机罩、车门、行李箱盖等部件与前置后驱车身的相同。

四轮驱动汽车的前身与前置前驱的前车身类似，中后车身与后轮驱动汽车的中、后车身类似，在此不再叙述。

### 3) 中置发动机后轮驱动 (MR)

中置后驱车身发动机和动力转向装置分布在乘坐室和后桥之间。这种形式的汽车不仅有低的纵断面，质心低，且大部分的质量靠近汽车的中心，车身普遍采用高强度箱式结构，这样减少了很多质量。这种形式汽车的特点有：

① 质量集中在汽车的中心，因而改善了操纵性；

② 由于发动机在汽车的中部，前罩板就可以向下倾斜，因而改善了空气动力学性能，降低了质心，改善了驾驶人的视野；

③ 发动机进气效率和冷却效率降低；

④ 在发动机和乘坐室之间装有隔板来降低乘坐室的噪声、振动和热量辐射。

(1) 中置后驱的前车身。中置后驱的前车身安装有前悬架、转向操纵系、散热器和空气冷凝器等机械部件。由于发动机和变速驱动桥分别在中车身和后车身放置，在车身前部空间可以设置前行李箱。整个车身的形状是后面高，前面低而扁，故车身的形状是低而尖的。独立的前悬架由前挡泥板和前纵梁支撑。

前挡泥板、机罩和发动机室前罩板用螺栓固定。水箱框架、前横梁和前侧支架用点焊焊接在前纵梁上。前行李箱端板和地板的上部以点焊固连到前纵梁上，和以点焊固连在转向齿轮箱支撑梁的前行李箱地板一起形成前行李箱。转向杆系穿过前纵梁上的环形孔，前、后纵梁点焊成一体，下操纵臂和门槛板也连接在纵梁上，有效提高了车身的强度。

(2) 中置后驱的底部车身。底部车身承受路面载荷，并将它传递到车身侧板、车身立柱和车顶板。底部车身的部件由高强度钢制作。此外，将前地板的结构通道提高，使车身底部的强度增加。

(3) 中置后驱的车门。车门由高强度的内外门板构成。门的开闭靠铰链，并以密封条达到汽水密封。门的加强件保护乘坐室在碰撞或发生事故翻车时不易损坏。

(4) 中置后驱的后车身。中置后驱的后车身由后侧板、后行李箱、发动机罩、车身下后板、乘坐室分隔横梁、后地板分隔板和后地板纵梁组成。发动机和后行李箱之间用后地板隔板分开。后地板、乘坐室隔板和后地板隔板以深波纹结构强化，并和后纵梁焊接形成一个高强度的整体。

横向放置的发动机安装左右后纵梁、乘坐室分隔横梁和后地板横梁上。发动机安装在乘坐室后边，在乘坐室和发动机之间有三层结构的隔板来隔离噪声、振动和热量。后悬架是独立滑柱悬架，后纵梁和后轮罩板的维修精度对于后轮的定位有一定影响。

## 3. 轿车车身零部件

车身修理人员除了要修理车身结构件和覆盖件外，还要承担汽车装饰件的修理。有些装饰件和嵌条可以用粘接带粘接，有的可以用各种金属或塑料紧固件使其连接。

车身修理人员要熟悉现代车身结构上的各种零件、部件、组件的专门名称。如果一名车身修理人员不知道所要修理、校正、更换和涂装的零部件的正确用语，则会在订购零件和阅读修理规程时遇到很大困难。车身结构可分成若干个称为组件的小单元，他们本身还可以分

成更小的单元，称为部件或零件。

要了解具体车型的车身零部件，就需阅读由汽车公司提供的修理手册。在这种手册中对车身的形式、结构和零部件给出了重要而详细的描述。通过汽车手册还可以掌握汽车编码（VIN 码）资料，熟悉每家汽车公司的汽车出厂编码方法及其含义，尽可能多地获得被修汽车的所有资料。

### 3.1.3 车身的主要性能

#### 1. 车身的密封性

车身的密封性是指关闭车身全部门、窗和孔口盖时，车身的防雨水和防尘土能力。车身的密封性不好，不但不能使车内保持所需的温度，而且尘土和雨水都易侵入车内。

影响车身密封性的主要部位是门窗缝隙，故在维修时应注意密封条的截面形状和密封效果；另外还应注意位于车厢内发动机罩的密封性和空调装置管路穿过地板孔洞的密封性。

#### 2. 车身的隔热性

车内温度是保证舒适性的重要因素之一。车内温度的保持，除了空调装置外，还要求车身具有良好的隔热性。如果车身的隔热性能差，车内热（冷）量损失大，势必更多地消耗加热（或制冷）设备的能量。

汽车车身的隔热一般采用隔热层，如图 3.9 所示。隔热层由玻璃纤维、胶合板、毛毡、泡沫塑料等材料组成。通常情况下，顶盖受太阳辐射影响最大，顶盖隔热层厚度一般较大，如图 3.10 所示。为防止发动机传至车内太多热量，一般在朝向发动机的前围板表面加一层铅铂，如图 3.11 所示。



图 3.9 车身隔热毛毡



图 3.10 顶盖隔热层

#### 3. 车身的防振和降噪性

由于车身骨架轮廓误差，蒙皮和车身骨架不能完全贴合，加之车身骨架立柱间有一定的空腔，客车行驶过程中往往会出现蒙皮鼓动并产生噪声。

目前比较广泛采用的措施是利用喷涂的方法，在蒙皮内侧和骨架所形成的腔内填充聚氨



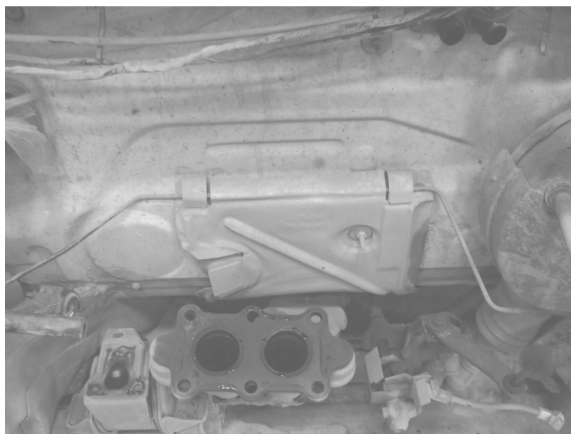


图 3.11 发动机前围板的铝铂

酯硬质泡沫塑料，如图 3.12 和图 3.13 所示。聚氨酯硬质泡沫塑料层是由双组分发泡材料，喷涂 3 ~ 5s 后即产生化学反应，成为固化的发泡塑料，并均匀地填满缝隙，牢固地粘接在喷涂表面上形成的。这样除保证了前述的密封性和隔热性外，也因其增强了蒙皮与骨架的阻尼，而减弱或消除了蒙皮的鼓动声，使车身的振动减轻，并降低了噪声。



图 3.12 聚氨酯硬质泡沫塑料（蒙皮内侧）

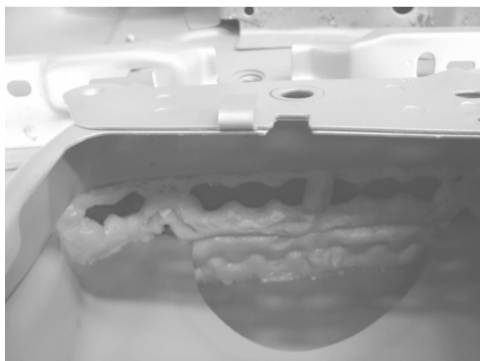


图 3.13 聚氨酯硬质泡沫塑料（骨架所形成的腔内）

#### 4. 车身的安全性

汽车的安全性通常被划分为主动安全性和被动安全性。其中被动安全性是指一旦发生交通事故时，如何避免或减轻车内人员被伤害的保护性对策，这主要取决于车身刚度匹配、车内软化和安全保护装置等。

车身壳体刚度在不同部位是有所差异的。通常情况下，乘客室的刚度相对于其前、后（发动机室、行李箱）应具有较大的韧性。当汽车发生正面碰撞或追尾等事故时，所产生的冲击能量可以在车身前部或后部得以迅速释放，以保证中部乘客室有足够的活动范围与安全空间。

车内软化主要包括车内蒙皮表面、座椅表面、车内扶手等所用材质及软化程度。相对而言，车内无致伤结构、表面柔软，在汽车发生碰撞、翻滚时，车体对人的撞击便会相对减弱，减轻对人体的伤害。

在目前状况下，安全保护装置用得最多的是安全带和安全气囊。安全带的作用主要是在

汽车发生事故时对乘员适度限位，并靠安全带的作用减缓乘员因惯性作用可能遭受到的极大撞击力。安全带可以在轻拉和慢拉时使乘员有完全的活动范围，不妨碍人的动作。当突然停车时，安全带会自动卡紧，将人固定在座椅上。总的来说，安全带装置简单、通用，但对乘员活动有一定限制，且效果不够理想。

只用安全带，正面碰撞时仍然存在转向盘和风挡玻璃等部件对乘员头部和面部的伤害，而采用安全气囊则没有这个缺陷。安全气囊一般布置在乘员前面、侧面，当发生碰撞事故时能够在极短时间内充气，形成 60 ~ 200L 的气囊型保护装置，避免人体碰到硬车体上，所以应用得越来越广泛。

## 3.2 轿车车身结构

### 3.2.1 车身壳体

轿车车身壳体是整车的基础，一般由以下总成及零件焊接而成。

- (1) 底板焊接总成；
- (2) 左、右前纵梁及轮罩焊接总成；
- (3) 左、右侧围焊接总成；
- (4) 前围焊接总成；
- (5) 顶盖及前后横梁；
- (6) 后挡板；
- (7) 左、右后纵梁及后轮罩焊接总成；
- (8) 后围焊接总成。

#### 1. 车身下部结构

车身下部是承受载荷的主要部件。其中车身底板是车身的基础，因为车身的其他焊接总成都直接或间接地焊在车身底板上。更为重要的是，车身底板的强度和刚度，不仅会影响到底板自身，而且会影响到整车。

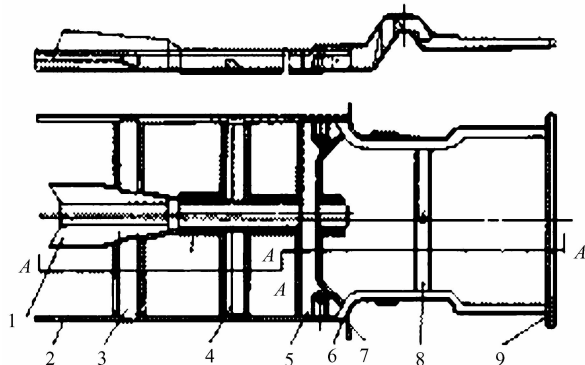
承载式车身底板可分为两种结构形式：骨架式结构和分块式结构。

(1) 骨架式结构。由底架的纵梁、横梁、中间传动轴凸起、后尾梁焊接成骨架，然后其上铺以底板，用点焊组合在一起，就成为骨架式底板结构，如图 3.14 所示。

(2) 分块式结构。分块式结构的特点是底板由两块或三块焊接而成。车前端有两根纵梁与前围挡板、前底板焊在一起，并与侧门槛边梁焊接连接。车后部也有两根纵梁，其前端绕过后轮挡泥罩与门槛边梁焊接连接，后端与尾梁焊接连接，后尾梁有支撑后行李箱底板的作用，后保险杠也固定在后尾梁上，起保护后部车身的作用，如图 3.15 所示。

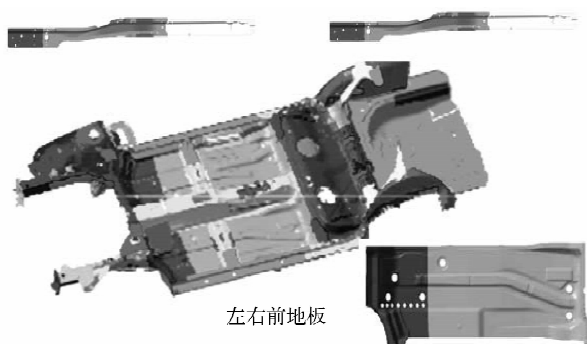
#### 2. 左、右侧围板焊接总成

侧围指车身侧面由前支撑板、前支柱、中支柱、后支柱、后风窗支柱、顶盖侧梁、门槛外板及后翼子板组合成的焊接框架，装配时作为独立的大总成与底板、前后围等焊接成一个整体。侧围总成贯穿于车身的中后部。



1—传动轴凸起；2—内边梁；3—前座椅横梁；4—中座椅横梁；5—后座椅横梁、  
6—后纵梁；7—后纵梁外板；8—固定底盘零件的横梁；9—后尾梁

图 3.14 骨架式底板结构



自承载车身底盘由四部分组成：两根前纵梁、前地板和后地板组成

图 3.15 分块式车身地板结构

(1) 前支柱。前支柱由上段的前风窗支柱和下段的前围支柱焊接而成。前风窗支柱既是侧围的重要零件，又参与构成前风窗框。前围支柱断面尺寸较大，它主要的功能是承担前门负荷。

(2) 中支柱。中支柱主要起车门立柱的作用，同时增加侧围的刚度，承受侧面撞击。其形式为内板凹入形成闭合断面空间弯曲梁。凹入形的内板有利于前座椅安全带的布置。

(3) 后侧围内板。后支柱、后风窗支柱、连接板、加强板、后轮罩外板及安全带固定板等共同组成后侧围内板焊接分总成。

(4) 后翼子板。后翼子板又称为后侧围外板。后翼子板与侧围一体化是现代车身结构的一个突出特点。后翼子板包住轮胎，以防止流水飞溅，并要满足外观要求。

(5) 顶盖侧梁。顶盖侧梁的形状极为复杂，它既要承受纵向载荷，又要与前、中、后三个支柱及内饰拉手连接。从安全性出发，顶盖侧梁在前支柱至中支柱之间加设侧梁加强板，使之与侧梁组成闭合断面，以提高结构强度和抗弯、抗扭刚度。侧梁的下侧翻边与顶盖的垂直翻边点焊连接，上侧翻边与顶盖内表面粘接连接，既保证了顶盖外表的表面质量，又起到了密封隔振的效果。

(6) 门槛外板。侧围下部的门槛属于地板焊接总成，为使焊接工艺简便，先与侧围各零

件焊于一体，其内部与前支柱和后支柱连接处分别设有加强板，以提高接口刚度。此外，在下表面冲制有千斤顶支座固定孔，以方便厂内运输及维修调整。

轿车普遍采用承载式车身结构，而承载式轿车车身主要由前车身、中间车身、后车身及其他相关附件组成。

将同一车划分成不等的壳体刚度称为壳体强度分级。即乘客室尽可能具有最大的刚度，而相对于乘客室的前、后室（发动机室、行李箱）则应具有较大的韧性，如图 3.16 所示。当汽车发生正面碰撞或追尾等事故时，所产生的冲击能量可以在车身前部 A 段或后部 C 段得以迅速吸收，前车身或后车身局部首先变形成 A' 或 C'，来保证中部乘客室 B 段有足够的活动范围与空间。

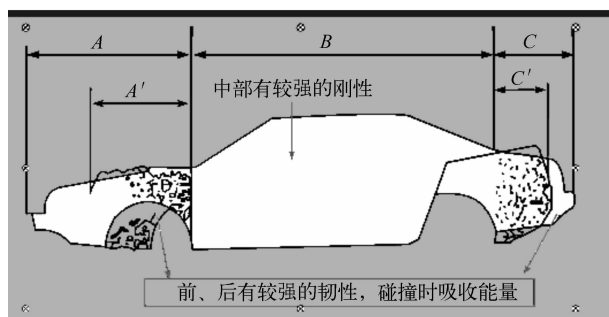


图 3.16 车身分段组成

这种有意预留可以在车身前、后的“薄弱环节”起着良好吸收冲击能量的作用。而车身中部的乘客室及其周围，一般要比前、后车身坚固且有良好的整体性。这样，当冲撞事故发生时，预计的局部变形反倒能为乘员留有一定的生存空间。故维修作业中应当绝对避免对类似于 A、C 段酷似强度不足之处擅自施行加固作业。那样的话，看似提高了刚度，实则埋下了事故的祸根。

### 3. 前车身

前车身除了装有前悬架及转向装置等总成外，发动机总成也装在前车身上，如图 3.17 所示。另外，汽车受到外面冲击时，也靠前车身来有效地吸收冲击能量。为此，前车身在构造上不仅应确保足够的强度、刚度，对位置准确性和耐久性、可靠性的要求也十分严格。发动机前置、前轮驱动轿车的前车身的结构。前车身主要由发动机散热框架、前纵梁、前翼子板、前轮罩（又称翼子板内衬、翼子板骨架、前悬架支撑板、大包等）、前围板，以及发动机安装支撑架（副车架、元宝梁）、保险杠等组成。另外，因发动机有前纵置与前横置之分，两种形式前车身略有不同。

前车身兼作发动机室。前车身上部的发动机盖，既是发动机室的封闭罩，又是导风板。要求发动机盖既轻薄又有足够的刚度，同时还要具备隔音、减振和避免与发动机运转声共鸣的功能。发动机盖多用高强度钢板冲压成的网状骨架和蒙皮组焊而成。多数轿车还在夹层之间使用了耐热点焊胶，使之确保刚度并在其间形成良好的消音夹胶层。车身维修中应有针对性实施解体方案，也不要轻易采用火焰法修理，以免破坏夹胶的减振与隔音作用。不得已而将胶粘层破坏后，应使用环氧树脂液体聚硫橡胶先灌注再点焊。

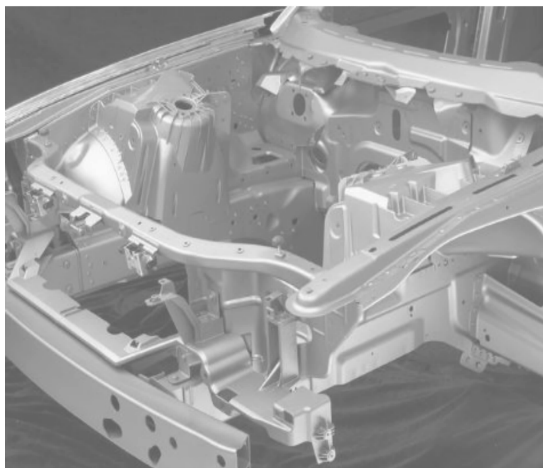


图 3.17 前车身

发动机盖通过支撑铰链固定到盖板上，有的发动机盖支撑铰链还带有平衡装置，能比较轻松地掀开发动机盖，并使其停在开度大于  $1/2$  以上的任意位置。

前围板位于乘客室前部，通过前围板使发动机室与乘客室分开。前围板的两端与壳体前立柱和前纵梁组焊成一体，使整体刚性更好。由于前车身的后部构造还起着横向加固壳体的作用，一般采用双重式结构。靠近发动机室一侧主要起辅助加强作用，靠近乘客室一侧则用高强度钢板冲压成型，并于两侧涂有沥青、毛毡、胶棉等绝缘材料，以求乘客室振动小、噪声低、热影响小。

轿车前悬架均采用独立悬架方式，故前车身不仅受力复杂，而且对汽车行驶稳定性也起着重要的保证作用。车轮除承载外，起步、制动、加速和行驶过程中，还要承受前后两个方向的附加载荷，当转弯时车轮还会受到横向力的作用。这些力从不同角度通过前悬架摆叉、纵向拉杆、减振器、悬架弹簧等，将来自各方面的冲击和振动载荷通过前车身传递、分散。

前纵梁作为前车身的主要强度件直接焊在车身下部，其上再焊安轮罩（有的前轮罩与前纵梁为一体式）等构件，这也是承载式车身与非承载式车身的主要区别点之一。为了满足承载和地对前悬架、转向系统等支撑力的受力要求并使载荷分布均匀，前纵梁前细后粗形成不等的截面。为了提高汽车冲撞时载荷变化对室内乘客的安全保护，纵梁上钻有许多不同直径的小孔。

散热器框架点焊到纵梁上，以便于安装散热器等；保险杠总成用螺栓连接到车身上端，以抵抗小的撞击。

翼子板属前车的主要覆盖件，多通过螺栓固定在前悬架支持板上。它不仅起着使车身线条流畅的作用，而且使前车身的整体车身的整体性更强了。

#### 4. 中间车身

中间车身除承受上下弯曲的弯矩外，还承受来自不同方向的扭矩；车身下部的冲击与振动也通过车身底板上部扩散；车辆发生碰撞事故时也需要由中间车身来抵抗变形，受力相当复杂。

中间车身侧体设有车门，使车身侧面形成较大的缺口，方便了乘员，但大大影响了车身整体抵抗变形的能力。为此，要求侧体门框、门槛及沿周采用高强度钢制成抗弯曲能力较高的箱形断面。中间车身侧体框架的中柱、边框、车顶边梁、侧体下边梁等结构件，也采用封闭型断面结构。车顶、车底和立柱等构件，均以焊接方式组合在一起。为防止载荷于结合部形成应力集中，多采用圆弧过渡形连接。

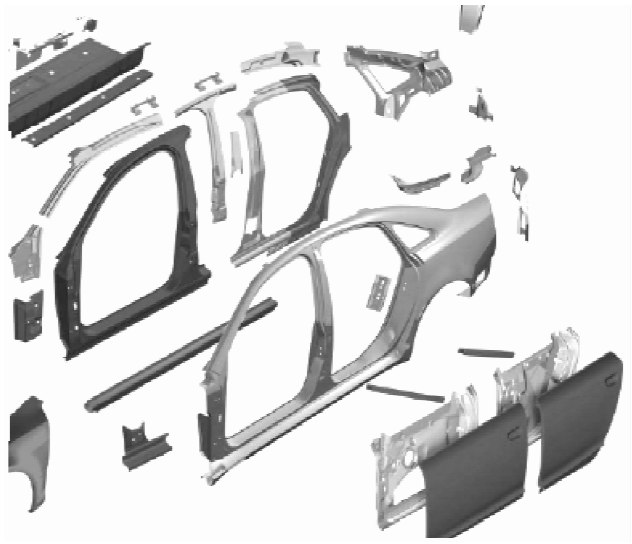


图 3.18 中间车身

中间车身的窗柱除了起着支撑风挡和车顶的作用外，它还可以在万一发生挤压事故时，保护乘客的安全。车身窗柱包括前柱（A 柱）、中柱（B 柱）与后柱（C 柱）三种，如图 3.19 所示。

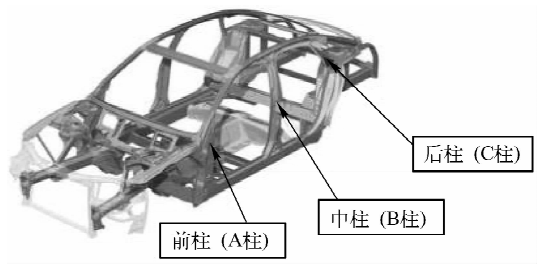


图 3.19 车身窗柱

门槛板是安装在门口底部的坚固板条，通常焊接在车地板和支柱、反冲板或后侧围板上。反冲板是位于前支柱和槛板间的小板。后隔板或行李托架是一块位于后座之后，后玻璃之前的薄板，通常留有扬声器开口，后隔板把乘坐舱和行李箱分隔开来。

有些轿车（如运动车、越野车）还采取减少车门的措施，减少了乘员上下车的通道数，但使中间车身的整体刚度增强。无中心门柱硬顶车的边梁和门槛等均采取了相应的加强措施，使车身顶部边缘明显地“硬化”了，并有条件将车门尺寸扩大到了便于双排乘客上下车的程度。无中心门柱硬顶车，不仅可使乘客视野宽阔，而且上下车的通道也变得十分宽敞了，这是普通单门车所远不能比拟的。

车身底板是中间车身的基础，而且汽车行驶中加给车身的载荷都是通过底板传递并加以扩散的，通常是一块大的钢板冲压件。除选用高强度钢板冲压外，车身底板上还配置了抗载能力强的车身纵梁和横梁。车身测量与维修用的基准孔，也反映在车身的横、纵梁上。

车顶的形式一般比较简单。除了前述的硬顶车有些特别之处外，有些轿车出于采光和通风等方面的要求，在车顶开有天窗（以电动开启方式为主），并装有彩色玻璃。

## 5. 后车身

轿车后车身是指乘客室后侧用于放置物品的部分，是中间车身侧体的延长部分。三厢车的乘客室与行李箱是分开的，而两厢车的行李箱则与乘客室合二为一，如图 3.20 所示。

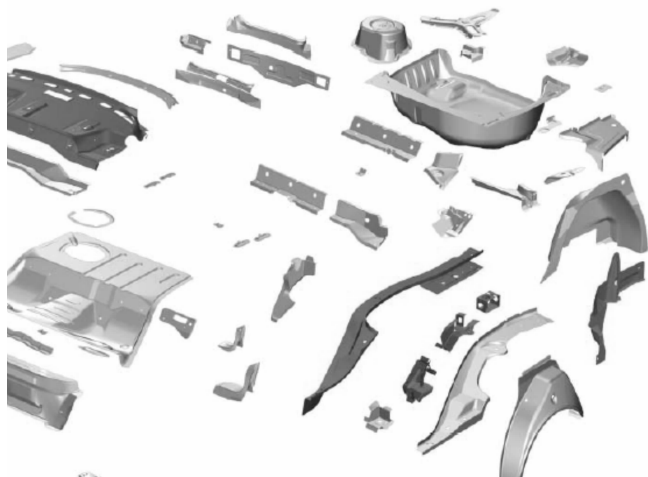


图 3.20 后车身

后车身的结构，行李箱盖是后车的薄弱环节，多通过将开口周围框架变成刚性封闭式断面来加强车身后部刚度。为确保后车身的强度，车身纵梁由中间车身径直向后延伸，到相当于后桥部位再形成拱形弯曲。这样，既保证了后车身的刚度，又不至于使后桥与车身发生干涉。而且，当车身后部受到追尾碰撞时，还能瞬时吸收部分冲击能量，以其变形来实现对乘客室的有效保护。

两厢式轿车的行李箱盖重而大，同时也受安装位置等条件的限制，一般采用弹性支撑性好的气杆簧作为辅助支撑。三厢式车一般采用带扭力杆的铰链来支撑行李箱盖。当行李箱锁被打开时，行李箱盖便会在扭力杆的作用下，自动弹开至最大极限位置，为取放行李提供了方便。

### 3.2.2 车门

#### 1. 按车门数量分类

车门的数量与轿车的用途和形式有着密切的关系，常见的有二门、三门、四门、五门等多种形式。二门、四门常用在折背式（三厢式）、直背式、溜背式、短背式等多种形式的车身上，视车身的大小、允许乘员的多少决定车门的数量。

对于二厢式车身（其特点是行李箱与乘员室连成一体）或单厢式车身（从外观上看是

不分台阶的平头型车，乘员室、行李箱和发动机室同在一个厢内)，多数在后部设有车门，使大件物品可以进出。如果将后坐椅叠起，那么后部的空间可放大件行李物品。通常将此类的形式称为“掀背式”，也叫二门或五门式轿车。

## 2. 按车门的开闭方式分类

有旋转式车门、推拉式车门（滑门）及飞翼式车门等。尤以旋转式车门应用最普遍。

（1）旋转式车门。按其方向常见形式有顺开门的，如图 3.21 所示，和对开门两类。顺开门是车门铰链布置在车门的前端，顺着车的方向向前旋转。这种车门布置比较安全，如果在轿车行驶中门锁失灵而使车门打开或者乘员误开车门，不会因空气流动的作用而发生危险。对开门的后门铰链是紧固在后支柱上的，车门开启时是向后旋转，这种布置便于三排座轿车的中排坐椅和后排坐椅的乘员上下车。对开门轿车现在使用较少。

（2）推拉式车门（滑门）。如图 3.22 所示，推拉式车门的支撑与滑动主要依靠安装在车门上、中、下的三个导轨及与之配合的滚柱。在开始打开车门时，车门销向外倾移动后，再向车身后方水平滑动，因此，车门占用面积很小，可以相应增大车内空间。



图 3.21 顺开门式车门



图 3.22 推拉式车门

（3）飞翼式车门。如图 3.23 所示，飞翼式车门大多用于运动车，这是一种车身低、流线型好，为了方便乘员上下车而采用的结构形式。



图 3.23 飞翼式车门

## 3. 按窗框结构分类

可分为有框车门与无框车门。大多数轿车是有框的，如图 3.24 所示，有框车门可以提



高车门的刚性和密封。无框车门多用于敞篷车和所谓的硬顶车，如图 3.25 所示。在一辆轿车上前门没有窗框、后门有窗框的形式也是有的。



图 3.24 有框式车门



图 3.25 无框式车门

## 3.3 客车、货车车身结构

### 3.3.1 客车车身结构

#### 1. 按车身用途分类

(1) 城市客车车身。城市客车由于站距短，乘客上下车频繁，因此底板离地高度一般较小，乘客门较多或尺寸较大。为了增大过道宽度和站立面积，座位多采用单双排座（1+2）的布置形式。车内高度相对较大，为保证站立乘客的视野，车顶的凸度一般较小。为了缓解城市公共交通紧张，提高客车的面积利用率，目前城市双层客车也较多。

(2) 长途客车车身。长途客车由于旅客乘坐时间长，客流量比较稳定，因此一般只有一扇乘客门。但为保证座椅的乘坐舒适性和人人有座，座椅布置较密集，且一般采用高靠背。为了使底板下有较大的行李空间，底板离地高度一般在 1m 以上。另有一类远距离长途客车为卧铺客车。

(3) 旅游客车车身。旅游客车与长途客车没有本质上的差别，但其外观、舒适性等往往更豪华和讲究，更注重乘客的居住性，如车上附设卫生间，甚至烹调室和卧室等。为观光方便，旅游客车的视野也较开阔。

#### 2. 按车身承载形式分类

##### (1) 非承载式车身

非承载式车身是直接在三类底盘的车架上组装而成的，车架边梁两侧的悬伸梁（俗称牛腿）用螺栓与边梁相连，底横梁支撑在悬伸梁上，车厢侧立柱与底横梁焊接；为弥补悬伸梁与车架边梁上平面度的误差及缓和路面对于车身的冲击和振动，在底横梁及悬伸梁之间安装有橡胶缓冲垫。这种结构的车身，当汽车在崎岖不平的路面上行驶时，载荷主要由车架来承担，车架产生的变形则由橡胶缓冲垫的挠性所吸收，所以车身是不承载的，如图 3.26 所示。

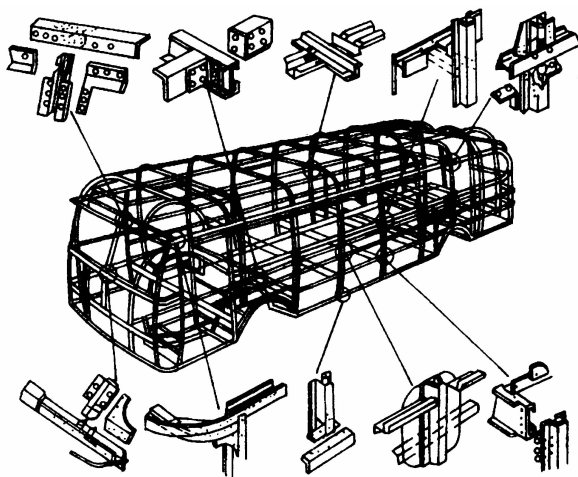


图 3.26 非承载式客车车身

### (2) 半承载式车身

半承载式车身是一种过渡性结构，其车身下部保留有强度和刚度均较车架强度和刚度小的底架，车身骨架（立柱）的下端与底架纵梁两侧悬伸的横梁刚性相连，车身下部与底架组成一整体，如图 3.27 所示。因此车身也能分担一部分弯曲和扭曲载荷，所以称为半承载式。其优点是可以降低整车重量。

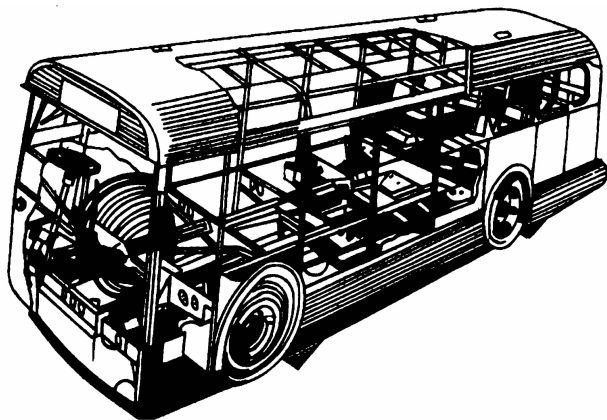


图 3.27 半承载式车身

### (3) 承载式车身

为了进一步减轻客车的自身重量并使车身结构更趋合理，在有些客车上采用无车架的承载式结构。

根据客车车身上下受载程度的不同，又可将承载式结构分为基础承载式和整体承载式两种，如图 3.28 所示。

基础承载式，这种结构的原理如图 3.28 (a) 所示。它是将车身侧围腰线以下部分，包括窗台梁以下到地板的侧壁骨架和底部结构，设计成为车身的主要承载件，而其顶盖和窗柱均为非承载件。这种结构的底部纵向和横向构件一般可采用薄壁钢或薄板来制造，其高度可达 0.5m 左右，故可充分利用车身地板下面的空间来作为行李箱。但因底部结构的截面高度较大，导致车身地板离地距离较大，因此这种结构的车身一般只用于长途客

车或旅游客车。

基础承载式结构采用空间框架结构，其特点是采用凹形地板（通道平面离地高度约为 1.2m，乘客坐椅下的平台比通道平面高出 150mm），因此当前后和两侧遭到撞击时，乘客均处于遭受冲击部位的上方，故其安全性较好。

整体承载式，这种结构的原理如图 3.28（b）所示。整体承载式车身的上下部结构形成一个统一的整体，整个车身均参与承载。当车身承受载荷时，各构件以强济弱，可使整个车壳达到稳定平衡状态。

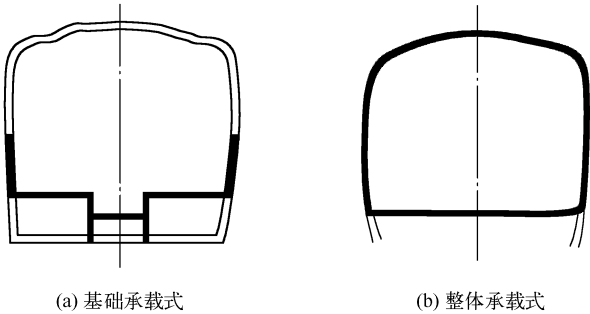


图 3.28 大客车承载式车身示意图

（4）薄壳式车身

薄壳式车身如图 3.29 所示，又称为应力壳体式车身结构，是飞机机身薄壳结构的移植和运用。它没有像骨架式车身那样的独立骨架，构成车身整体并取代骨架作用的是板块式构件，结构应力亦由这些板式构件承担，如顶盖、车底、侧板、车身构件等。

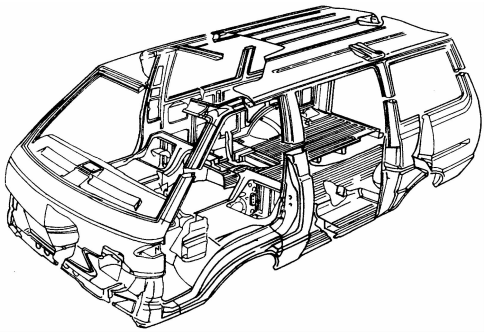


图 3.29 薄壳式车身

3.3.2 载货车车身结构

1. 载货车驾驶室

货车上的发动机一般都是前置的，发动机中置和后置的货车一般是由其他车型变形而来的，而且也极少见。就发动机前置而言，按其与驾驶室的相对位置可分为如下形式。

（1）长头式。长头式车身的发动机布置在驾驶室之前，单独有凸出的发动机罩，如图 3.30 所示。这种形式车身的发动机维修方便，操纵机构也较简单，汽车在路况较差的情

况下通过性较好。其缺点是轴距和总长相对较大，视野较差。所以长头式车身多用于中型和重型货车。

(2) 短头式。短头式车身是将发动机的一小部分伸入到驾驶室内，如图 3.31 所示。汽车的轴距略为缩短，驾驶室内部较拥挤，发动机维修不如长头式方便，总的特点与长头式没有太大的差异。

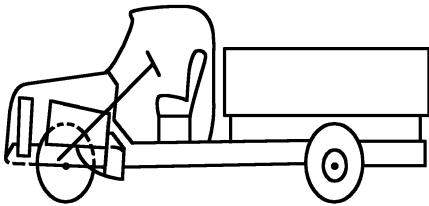


图 3.30 长头式车身

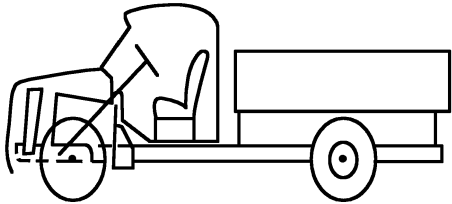


图 3.31 短头式车身

(3) 平头式。这种形式车身的驾驶室布置在发动机之上，如图 3.32 所示。汽车的轴距和总长较短，机动性好，视野良好，面积利用系数（载货面积与总面积之比）高。为了避免驾驶室内夏天比较闷热等情况发生，驾驶室必须加强隔热、通风、隔振和密封等措施。目前，由于结构的改进使平头式车身的优点比较显著，因而它们在现代轻型、中型货车上得到了广泛的采用，甚至重型货车和汽车列车采用平头式车身的数量也在不断增多。

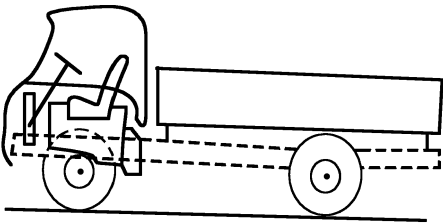


图 3.32 平头式车身

2. 载货车车厢

(1) 分体式。这是绝大多数货车车身的形式，驾驶室、货厢和车架各成一体。驾驶室常以三点支撑在车架上，为减少驾驶室振动和车架歪扭变形对驾驶室的影响，其中两点往往采用弹簧或橡胶衬垫的浮式连接。货厢大多为前栏板固定、侧栏板和后栏板可翻的栏板式货台，栏板通常为钢板冲压件采用点焊连接组合而成的整体式钢结构。

(2) 连体式。这种形式车身的驾驶室与货厢连为一体，是微型和轻型货车中的一种结构形式。这类车往往由轿车和小型客车变形而来，其车身一般也是由原形演变而来的薄壳式结构。另有一种由轿车和小型客车变形而来的货车，车身虽为分体式，但驾驶室和货厢在造型上还是追求一体化的效果，而且驾驶室和货厢也都是薄壳式结构。

复习思考题

1. 车身有哪几种类型？各有何特点？

2. 整体式车身的基本类型有哪些？各有何特点？
3. 车身的主要性能是什么？
4. 车身主要零部件的名称及功用是什么？
5. 客车车身按用途分为哪几类，各自的特点是什么？
6. 客车车身按承载方式分哪几类？

# 第4章 车身材料

## 学习目标：

1. 了解常用的材料种类。
2. 掌握常用材料性能。

## 4.1 车身用金属材料

随着汽车的发展及环保的要求，车身的质量越来越轻，安全性能越来越高，普通的钢材已不能适应汽车发展的需要。在车身上开始大量应用不同种类的新材料，如高强度钢、超高强度钢、铝合金、塑料件等。新材料的大量应用使车身板件性能发生了非常大的改变，传统的修理方法已经不能很好修复已损坏的车身板件。所以要了解车身上主要材料的种类和性能，才能有针对性地对新型车身进行高质量的修复。

### 4.1.1 金属材料的主要性能

金属材料的性能，是指用来表征材料在给定外界条件下的行为参量。当外界条件发生变化时，同一种材料的某些性能也会随之变化。通常金属材料的主要性能是指机械性能和工艺性能。

#### 1. 金属的机械性能

金属的机械性能即金属材料的力学性能。所谓力学性能是指金属在外力作用下所表现出来的性能。力学性能包括强度、塑性、硬度、韧性及疲劳等。

(1) 强度。强度是指在外力作用下材料抵抗变形和断裂的能力，是材料最重要、最基本的力学性能指标之一。

静载时的强度测定可对材料进行拉伸试验。

(2) 疲劳。金属材料在极限强度以下，长期承受交变负荷（大小、方向反复变化的载荷）的作用，在不发生显著变形的情况下而突然断裂的现象，称为疲劳。

金属材料在重复或交变应力作用下，经过周期  $N$  的应力循环仍不发生断裂时所能承受的最大应力称为疲劳极限。在重复或交变力作用下，循环一定周次后断裂时所能承受的最大应力，叫疲劳强度。此时， $N$  称为材料的疲劳寿命。某些金属材料在重复或交变应力作用下没有明显的疲劳极限，常用疲劳强度表示。

(3) 塑性。金属材料在外力作用下，产生永久变形而不致破裂的能力称为塑性。许多零件或毛坯是通过塑性变形而成型的，要求材料有较高的塑性；并且为防止零件工作时脆断，也要求材料有一定的塑性。塑性也是金属材料的主要力学性能指标之一。常用的

塑性指标有断后伸长率 $\delta$ 和断面收缩率 $\psi$ 。

(4) 韧性。韧性是指金属材料在冲击力（动力载荷）的作用下而不破坏的能力。金属的韧性通常随加载速度的提高、温度的降低、应力集中程度的加剧而减少。韧性高的材料在断裂前要发生明显的塑性变形，由可见的塑性变形至断裂经过了一段较长的时间，能引起注意，一般不会造成严重事故；韧性低材料，脆性大，材料断裂前没有明显的征兆，因而危险性极大。评定材料韧性的力学性能指标是冲击韧度和断裂韧度。

(5) 硬度。硬度是指金属抵抗更硬物体压入其表面的能力。硬度不是一个单纯的物理量，而是反映弹性、强度、塑性等的综合性能指标。硬度是各种零件和工具必须具备的性能指标。机械制造业所用的刀具、量具、模具等，都应具备足够的硬度才能保证使用性能和寿命。因此硬度是金属材料重要的力学性能之一。

## 2. 金属材料的工艺性能

工艺性能指金属材料在加工过程中所表现出来的性能，即接受加工难易程度的性能。工艺性能主要有铸造性、切削加工性、焊接性、可锻性、冲压性、热处理工艺性等。在设计机械零件和选择加工方法时，都要考虑金属材料的工艺性能，如灰铸铁具有优良的铸造性能和切削加工性能，常用来铸造机械零件；但其锻造性能差，不能锻造，焊接性能也较差。低碳钢的锻造性能和焊接性能都很好。热处理工艺通常作为改善切削加工性能或使零件得到所要求的最终性能而安排在有关工序之间。

(1) 铸造性。铸造是将熔融金属浇注、压射或吸入铸型腔中，待其凝固后而得到一定形状和性能铸件的方法。由此可知，铸造性是指金属熔化成液态后，在铸造成型时所具有的一种特性。衡量铸造性的指标有流动性、收缩率和偏析趋势。

① 流动性。流动性是液态金属充满铸型的能力。流动性越好，液态金属充满铸型的能力越强，容易铸造细、薄、精密的铸件。流动性差，铸型就不易被液态金属充满，铸件就容易造成“缺肉”而成为废品。

② 收缩性。收缩性是指铸件在冷却凝固时，体积和线性尺寸收缩的程度。收缩不利于金属铸造，它将使铸件产生缩孔、缩松、变形等缺陷。

③ 偏析趋势。偏析趋势是指铸件凝固后，出现化学成分和组织上不均匀的现象，从而导致铸件各部位的力学性能差异。一般来说合金钢的偏析倾向较大，高碳钢的偏析倾向比低碳钢大，因此，这类钢需要铸后热处理（扩散退火）从而消除偏析。

(2) 切削加工性。金属材料在切削加工时所表现的性能称为切削加工性。切削加工性的优劣反映出金属材料经过切削加工而成为合乎要求工件的难易程度。切削加工性与多种因素有关，如材料的组织、成分、硬度、强度、塑性、韧性、导热性、金属加工硬化程度以及热处理等。评价金属材料的切削加工性是比较复杂的，它包括切削力、切削热、对刀具的磨损、断屑性能、表面粗糙度等。一般根据材料的韧性和硬度做大致的判断。硬度在 170 ~ 230HBS 之间，并有足够脆性的金属材料，有良好的切削加工性。硬度和韧性过高或过低，切削性能均不理想。金属材料的切削加工性很难用一个指标来评定，通常用“切削率”或切削加工系数来相对地表示。

一般来说，有色金属比黑色金属材料的切削加工性好，铸铁比钢的切削加工性好，中碳钢又比低碳钢的切削加工性好。

(3) 焊接性。用焊接方法将两种相同或不同的金属材料焊合在一起，并能获得优良性能

的焊缝称为焊接性。

一般来说，导热性过高或过低，热膨胀性大、塑性低或焊接时容易氧化、吸气的金属，其焊接性比较差。低碳钢具有良好的焊接性，中碳钢中等，高碳钢、高合金钢、铸铁和铝合金的焊接性较差。

(4) 可锻性。可锻性是指金属材料在锻造过程中承受塑性变形的性能。如果金属材料的塑性好，易于锻造成形而不发生破裂，就认为可锻性好。铜、铝的合金在冷态下就具有很好的可锻性；碳钢在加热状态下，可锻性也很好；而青铜的可锻性就差些。至于脆性材料的可锻性就更差，如铸铁几乎就不能锻造。

(5) 冲压性。冲压性是指金属经过冲压变形而不产生裂纹等缺陷的性能。许多金属产品的制造都要经过冲压工艺，如汽车壳体、搪瓷制品坯料。为保证制品的质量和工艺的顺利进行，用于冲压的金属板、带等必须具有合格的冲压性能。

(6) 热处理工艺性。热处理工艺性是指金属经过热处理后，其组织和性能改变的能力，包括淬硬性、淬透性、回火脆性、氧化及脱碳趋势等。

## 4.1.2 车身用金属材料种类

### 1. 热轧钢板和冷轧钢板

车身结构中有两种类型的钢板：热轧钢板和冷轧钢板。

热轧钢板是在  $800^{\circ}\text{C}$  以上的高温下轧制的，它的厚度一般在  $1.6 \sim 8\text{mm}$  之间，用于制造汽车上要求强度高的零部件，例如，车身、横梁、纵梁、车身内部钢板、底盘零件等。

冷轧钢板是由热轧钢板经过酸洗后冷轧变薄，并经过退火处理后得到的（因为滚轧的关系，内部结构变硬，要实施退火处理使它软化）。由于冷轧钢板是在较低的温度下轧制的，它的厚度精度高，一般厚度为  $0.4 \sim 1.4\text{mm}$ 。冷轧钢板的表面质量好，具有良好的可压缩性和焊接性能。大多数整体式车身都采用冷轧钢板制成。在悬架周围、车身底部容易腐蚀的地方，采用经过表面处理的冷轧钢板作为防锈钢板。

### 2. 低碳钢

2000 年以前在车身修理中遇到的钢板大多数是低碳钢制成的。低碳钢的含碳量低，比较软，便于加工，可以很安全地进行焊接、热收缩和冷加工等操作，它的强度不会受到严重影响。由于低碳钢容易变形，所以要用较厚的板件才能达到足够的强度，导致汽车质量增加。为了达到环保和节能的要求，汽车车身的质量既要轻又要有足够强度，因此在整体式车身上越来越少采用低碳钢。但车身的外覆盖件从修理的角度考虑一般还会采用低碳钢来制造。

### 3. 高强度钢

高强度钢泛指强度高于低碳钢的各种类型的钢材，一般强度在  $200\text{N/mm}^2$  以上。

新设计的整体式车身通常比车架式车身小，车身的前部要求能够承受比过去大得多的载荷，并能够更好地吸收碰撞能量，高强度钢正好可以解决这两方面的问题。

目前的整体式车身对构件的要求有以下几点。



① 要有足够的强度。例如挡泥板，它不仅具有挡泥的作用，同时还要能够承受悬架的一部分载荷，并支撑横向安装的发动机、蓄电池、点火装置和减振器。

② 要求质量轻，以减少燃料消耗。

③ 要有很好的塑性。高强度钢可以设计成抗弯截面，能吸收碰撞能量并减少传递到乘坐室内的损害。

为了达到这些要求，许多汽车制造厂都采用强度好、质量轻的高强度钢来制造现代车身大部分的板件如图 4.1 所示。

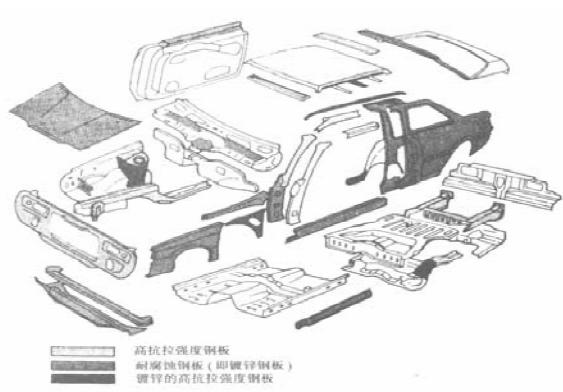


图 4.1 现代车身高强度钢板的应用

然而，高强度钢所具有的强度高和质量轻的特点却给修理带来了一些难题。高强度钢受到碰撞时不容易变形，但是一旦变形后，它比低碳钢更难修复到原来的形状。在常规钢板的修理过程中，可以采用加热的方法来释放应力或焊接新的零部件。但对高强度钢，加热却受到严格的限制，或者根本就不能加热，否则会对板件内部结构造成损害。下面重点介绍高强度钢种类和应用。

(1) 高强度、低合金钢。高强度、低合金钢（HSLA）又称回磷钢，通过在低碳钢中加入磷来提高钢的强度。它有和低碳钢相类似的加工特性，为汽车的外部面板和车身提供了更高的抗拉强度。

美国生产的许多汽车上都有高强度、低合金钢制造的零部件，例如前后纵梁、门槛板、保险杠面板、保险杠加强筋和车门立柱等。由于它的强度主要取决于添加的化学元素，但对高强度钢材高温加热后，原用于提高强度的化学元素被损失掉，导致强度降低。

为了避免汽车结构性能明显降低，所以在修理时对高强度钢一定要按生产厂规定的温度加热。根据经验，加热温度不可超过  $370^{\circ}\text{C} \sim 480^{\circ}\text{C}$ ，同时加热时间不可超过 3min。因此对高强度、低合金钢进行焊接时，要采用气体保护焊或电阻点焊，不允许采用氧乙炔和电弧焊焊接。

(2) 高抗拉强度钢。高抗拉强度钢（HSS）又称 Si-Mn 固熔体淬火钢。这种钢增加了硅、锰和碳的含量使抗拉强度提高。一般用这种钢来制造与悬架装置有关的构件和车身等。

沉淀淬硬钢是另一种高抗拉强度钢，它通过形成碳氮化铌沉淀物来提高钢材的强度。这是 20 世纪 70 年代初期发展起来的一种高抗拉强度钢，具有优异的加工性能。这种钢主要用于门边护板、保险杠加强筋等。

日本生产的汽车上装有高抗拉强度钢制成的车身构件。常规的加热和焊接方法不会明显

降低这种钢的强度，它的屈服强度可达 350MPa、抗拉强度可超过 450MPa。在汽车受到碰撞而产生变形时，它的应力将增加，如果对受到碰撞的部位适当加热，促使它恢复原状，可减小因碰撞产生的应力，使强度恢复。如果碰撞产生的应力超过了材料的抗拉强度，钢材将会破裂。可用一般的焊接方法（包括氧乙炔焊）修理。进行氧乙炔焊时，在用氧乙炔焊炬加热的部位周围必须用温度显示的方法，将这些地方的温度限制在 600℃ 以内。车门护板和保险杠加强筋都不适宜校正，而应更换（对于车门护板的轻微损坏，只要它不产生功能性的损坏，就可忽略不计。如果它已经凹陷或产生其他变形，应加以更换）。

在进行新板件焊接时，应使用牌号为 AWS-E-70S-6 的焊丝进行惰性气体保护焊，这种焊丝具有和高抗拉强度钢相同的强度，或者使用电阻点焊来焊接各种高强度钢。

（3）超高强度钢。在现代车身上应用的超高强度钢（UHSS）主要有：高塑性钢、双相钢、多相钢、硼钢和铁素体 - 贝氏体钢等。

超高强度钢的获得主要有两种方式：

① 对普通碳钢进行热处理后，它的抗拉强度几乎可达到原钢材的 10 倍。这种钢有以下三种。

单相钢，这种钢只有一相显微组织，如马氏体，马氏体钢是最著名的超高强度钢。

双相钢，是将钢材在一个连续的热处理传送带或带钢热轧机上淬火而得到的。这种钢具有两相显微组织（淬硬的马氏体结构和铁素体结构）。双相钢的可成形性好，其抗拉强度大于 800MPa。这种钢材主要应用于前纵梁吸能区的部件。

多相钢，这种钢具有多相的显微组织（铁素体、马氏体、贝氏体和奥氏体结构），它具有很高的强度。

汽车上所有的车门、车顶纵梁和一些保险杠加强筋都是由各种超高强度钢制成的。

② 对普通碳钢添加合金元素（如硼元素、碳元素等）并同时进行热处理。硼钢的抗拉强度能达到 1300 ~ 1400MPa。如 VOLVO SC90 型车的中立柱就是用硼钢来制造的，在侧面碰撞时它可防止车内乘员免受或少受伤害。

超高强度钢不同寻常的高强度是由于在加工过程中产生的特殊细化的晶粒形成的。修理中的重新加热将会破坏这种独特的结构，而使钢的强度降低到一般低碳钢的水平。此外，这些钢材非常坚硬，一般修理厂的设备无法在常温下对它们进行校正。因此，受损坏的超高强度钢零部件不可修复，必须更换。安装新的零部件时，应采用气体保护焊的塞焊方式或大功率电阻点焊机来焊接，切不可使用能产生大量热量的焊接方式。

（4）高强度钢在现代车身上的应用。有关资料（见表 4.1）表明，与 2000 年前相比，现在车身采用低碳钢的比例大幅度降低，而用高强度钢和超高强度钢的比例却强劲增加。

表 4.1 车身用钢材的变化

车身钢板类型	2000 年前	现 在	变 化 趋 势
低碳钢	70%	30%	↓
高强度钢	20%	50%	↑
超高强度钢	10%	20%	↑

现代的车身外部覆盖件一般采用低碳钢或强度比较低的高强度钢制造，但是车身的结构件都采用高强度钢或超高强度钢来制造。

从图 4.2, 图 4.3, 图 4.4 和图 4.5 中可以看到, 各种高强度钢制成的部件 (深色的部分) 在现代车身中的应用。

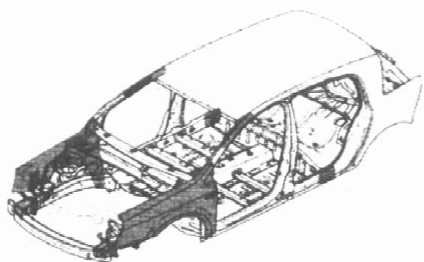


图 4.2 低合金钢在车身中的应用

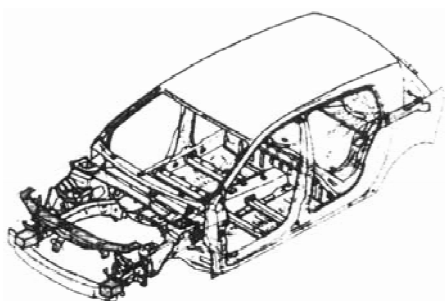


图 4.3 高抗拉强度钢在车身中的应用

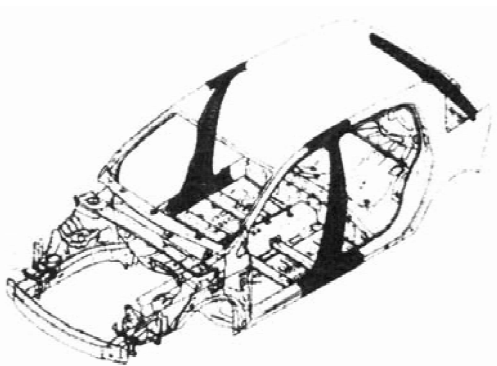


图 4.4 硼钢在车身中的应用

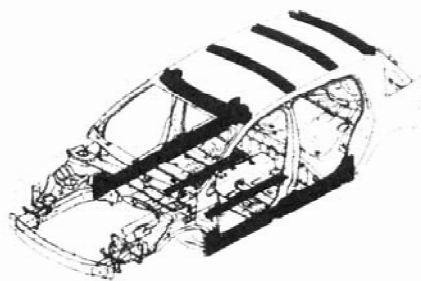


图 4.5 双相钢在车身中的应用

#### (5) 修理高强度钢板的注意事项

① 加热对钢材性能的影响。对低碳钢进行加热时, 随着钢板温度的升高, 其强度和刚度随着下降; 停止加热, 温度下降到常温后, 它的强度又恢复到原来的程度。

所以对于低碳钢钢板的修理来说, 加热操作后不会降低钢板原有的强度。用常规的氧乙炔和电弧焊进行焊接, 或对低碳钢钢板进行短时间加热的方式修理, 都是允许的。

对高强度钢进行加热时, 随着温度的升高, 高强度钢内部的金属晶粒会发生改变, 由原来比较小的晶粒互相融合、吸收而变成大晶粒, 金属晶粒之间的作用力会随着晶粒的变大而减小, 表现出来就是外观的强度会降低。当加热后的高强度钢恢复到常温时, 它内部的晶粒不能够自己恢复到原来小晶粒的状态, 所以高强度钢经过过度加热再冷却后, 强度会下降。

修理车身时应尽量避免加热 (尤其是车架、梁, 一定不可以用加热的方式来修理), 加热除改变钢板的强度外, 还会损害镀锌层, 引起钢板锈蚀, 降低钢板的防锈能力; 形成氧化膜后钢板厚度降低, 这些又会进一步降低钢板的强度; 过度加热不小心时, 还可能使车辆燃烧起来。

被加热过的高强度钢件表面外观及结构形状没有大的变化, 这就容易引起修理人员的误会, 认为加热并没有损坏板件, 其实板件的内部结构被破坏了, 这种变化对车身的危害是巨大的, 车身的承重板件由于强度下降, 一段时间后会产生产生变形, 相关的机械部件如发动机、

悬架、转向系统的安装点会变化，导致振动增加、跑偏、轮胎偏磨、转向齿轮齿条过度磨损等问题。特别是在发生事故时，这些板件无法达到设计中的作用，如吸收碰撞能量，从而会发生更大的变形，导致更大的损害。

对钢材加热时，其颜色会随着温度上升而发生变化。从前的铁匠就是根据钢材的颜色变化来判断它的加热温度，但这需要长久的经验和优秀的观察能力。

从表 4.2 我们可以看出，当钢加热到 600℃ 时，我们才可以用肉眼观察到颜色变化，而这时已经超过大多数高强度钢板的耐热温度。并不是所有类型的高强度、超高强度钢板都不能加热，只不过它们允许加热的温度都很低，一般不超过 200℃。由于不能用常规方式控制加热的温度范围，所以制造厂一般不允许用产生热量过多的方式来修理现代汽车。

表 4.2 钢材的颜色与温度表

温度（℃）	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300
颜色变化	暗红	红色	淡红	橘红	黄色	淡黄	白色	亮白

② 钢材热处理的种类。钢材的热处理通常可分为四类：正火处理、淬火处理、回火处理和退火处理。

钢材的热处理是以调整加热温度和冷却速率来控制的，而热处理的结果依金属的含碳量和合金的种类有所不同。从图 4.6 可以知道不同的热处理方式与温度的关系。

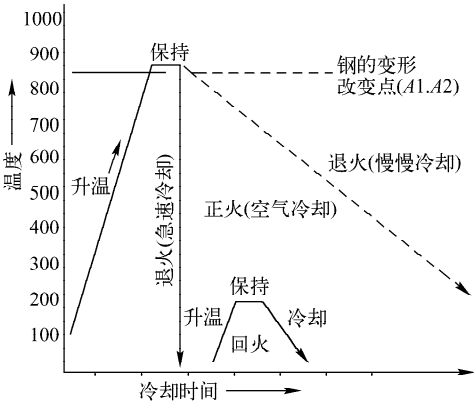


图 4.6 热处理与温度的关系

正火处理用来强化内部结构。正火处理是将钢材加热到 850℃ 后，以空气来冷却的一种热处理过程。当钢材经过机械加工产生塑性变形后，其内部结构将变得散乱，从而造成强度不均，此时可借正火处理来整顿其内部结构，改善机械性能。

淬火处理用来增加硬度（脆性）。淬火处理是将含碳量为 0.4% 的钢材加热至 850℃ 后，急速冷却的一种热处理过程。淬火虽然增加硬度，但同时也增加脆性。

回火处理用来增加韧性。回火处理是将淬火处理过的材料，再次加热到 200℃，然后冷却的一种热处理过程。回火处理可使材料的内部组织稳定，以增加韧性。

退火处理用来增加柔软性。退火处理是材料加热后，慢慢冷却的一种热处理过程。加热的温度根据需求而有所不同。

③ 高强度钢的修理。在整体式车身的修理中，不能应用氧乙炔焊、电弧焊等在焊接中产生大量热量的焊接方式，而是应用惰性气体保护焊和电阻点焊等产生热量少的焊接方式。

在修理中对钢板进行加热的目的是为了消除钢板内部的应力，而不是用过度加热来软化钢板以方便修理。消除应力的加热方式一般不能超过 200℃，在加热时要采用热敏材料来控制加热的温度。

4.1.3 特殊金属板在车身中的应用

1. 防锈钢板

防锈钢板的表面有一层镀层，镀层的种类有镀锌、镀铝和镀锡。在这三种镀层中镀锌和镀铝比钢板容易腐蚀，而镀锡防腐蚀能力则比钢板好。镀锌钢板对碱性环境的防腐性能要好于酸性环境，一般用于车身钢板；而镀铝钢板对酸性环境的防腐性能要好于碱性环境，一般用于排气管护板；镀锡钢板则用于燃油箱（见表 4.3）。

表 4.3 车身防锈钢板种类与用途

防锈钢板种类		用 途
镀锌钢板	熔融镀锌	车身钢板
	双层镀锌	车门、发动机等
镀锡钢板		燃油箱
镀铝钢板		排气管护板

对防锈钢板的修理要注意尽量保护镀层的完整，在进行打磨、钣金处理或焊接等可能会破坏镀层的修理过程中，要尽量少地破坏镀层并要及时恢复镀层，否则镀层被破坏的钢板会很快腐蚀。

在车身中应用最广泛的是镀锌钢板。由于钢板的表面有锌，空气不能直接和钢板接触。当锈蚀情况出现时，锌先于钢板生锈，且只在表面形成薄薄的涂层，不向内部延伸，空气不能直接与钢板接触，从而得到保护。

镀锌层的钢板不容易进行涂装，现在修补用的涂料一般都是在防锈钢板上喷漆，但是在防锈钢板上重新进行涂装的时候，还是需要注意，防止涂装后出现问题。

镀锌钢板的种类有以下几种。

- （1）电镀锌钢板。表面均匀，涂装性、焊接性好，但是镀层薄，防锈性差。
- （2）熔解镀锌钢板。镀层厚、防锈性好，不过焊接性和涂装性差。
- （3）镍锌合金电镀钢板。通过电镀锌和镍的合金，力求达到涂装性、加工性和防锈性集为一体的效果。
- （4）合金化熔解镀锌钢板。将熔解镀锌钢板加热到 450℃ ~ 600℃，对镀层膜进行与铁的合金化处理。这样处理后，有利于焊接、涂装、防锈。

车身用的镀锌钢板有单面镀锌和双面镀锌两种，如图 4.7 所示，双面镀锌钢板一般用在车身的下部板件，如车地板、挡泥板、发动机罩等部位，这些部位经常接触腐蚀物质，需要重点防护。单面镀锌一般用在不经常接触腐蚀物质的部件，如车身上部的板件。

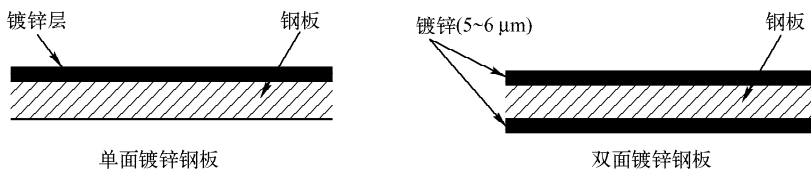


图 4.7 单面和双面镀锌钢板

## 2. 不锈钢

不锈钢板是一种铬、镍合金碳钢，碳钢的含铬量大约为 12%，在车身上主要用于一些豪华车的外装饰部件。

## 3. 夹层制振钢板

夹层制振钢板在其表面或中间覆有塑胶，以前用于钢板覆盖的塑胶膜较薄，而现在应用的覆盖塑胶膜较厚，吸收振动的效果更好一些。夹层制振钢板用在下隔板或乘坐室隔板。

## 4. 铝合金

### 铝合金在车身中的应用

以前铝合金仅应用在汽车的发动机、轮毂等部位，但现在一些新型的车身上开始应用铝合金。最初铝合金只应用于车身外部装饰件，现在车身结构件也可以全部用铝合金来制造，例如，奥迪 A6、别克 GL8、标致 307 和欧宝维特 C 等发动机罩用铝合金制造；雷诺 Laguna ii 的发动机罩、车顶和车门板都用铝合金制造；奥迪 A2 如图 4.8 所示。宝马 5 系列如图 4.9 所示，用铝合金来制造车身结构件和外部板件。



图 4.8 奥迪 A2 全铝车身

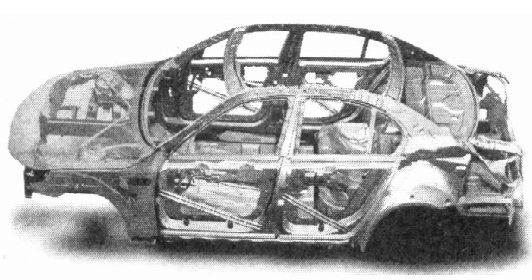


图 4.9 宝马 5 系列前部铝车身

车身中的铝合金，依照它们在车身中应用的要求，可分为铸造件、冲压件、压铸件。车身板件大部分使用压铸件。

压铸件用来制造能够承受大载荷的部件，明显减轻质量但同时还具有高的强度。这些板件具有复杂的几何形状，通常是用真空压铸的方式生产，使它具有高强度。它还具有高的延展性，良好的焊接性能，较高的塑性，保证它在碰撞时有很高的安全性。

这些压铸件的铝合金类型是铝硅、铅镁系列铝合金，合金中主要合金元素是镁、硅，有的加入铜。

铝合金部件一般应用在碰撞吸能区域，如图 4.10 所示。除了能够承受正常的载荷外，在碰撞变形中还可以吸收大量的能量，保护后面的部件完整不会变形。一般用来制造横梁、

保险杠及其支撑件等。

冲压件有非常高的强度，它们能够加强车身的强度和刚性，使车身能够在剧烈的碰撞中保持结构的完整性。在车身的铝合金件上一般都标有铝合金的类型标识，如图 4.11 所示。

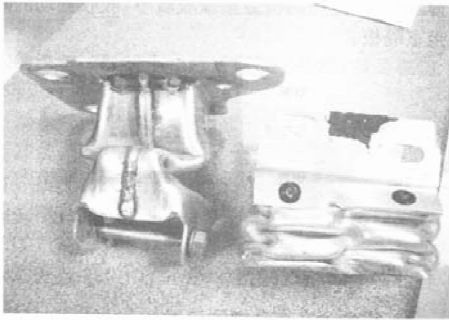


图 4.10 车身前部铝合金吸能部件



图 4.11 奥迪 A2 的铝合金件上的标识

## 4.2 汽车用非金属材料

在汽车制造中，除使用金属材料外，还广泛使用非金属材料。常见的如汽车灯罩、仪表板壳、转向盘、坐垫、风窗玻璃、轮胎、传动带、连接软管等都是由各种非金属材料制成的。非金属材料因其具有许多优良的理化性能，可以满足某些特殊要求，而且原料来源丰富。加工简便，因此得到广泛的使用。

非金属材料的种类很多，这里主要介绍玻璃、塑料、橡胶和黏合剂等材料的基本知识，以及它们在汽车上的应用。

### 4.2.1 汽车用玻璃

汽车用玻璃有安全和外观两方面的要求。汽车玻璃要有良好的光学性能，还要有良好的耐磨性、耐热性、耐光性。汽车上要使用安全玻璃，玻璃在破碎后不能对乘员造成伤害。

现在的风窗玻璃都做成整体一幅式的大曲面型，上下左右都有一定的弧度。这种曲面玻璃从加工过程到安装配合的技术要求都非常高。

现在汽车上应用的安全玻璃有夹层玻璃、钢化玻璃、区域钢化玻璃和特殊功能玻璃等类型。

#### 1. 夹层玻璃

夹层玻璃内部有一种透明可黏合性的塑料膜，贴在二层或三层玻璃之间，它将塑料的强韧性和玻璃的坚硬性结合在一起，增加了玻璃的抗破碎能力。

#### 2. 钢化玻璃

钢化玻璃是将普通玻璃淬火使其内部组织形成一定的内应力，从而使玻璃的强度得到加强。在受到冲击破碎时，玻璃会分裂成带钝边的小碎块，对乘员不易造成伤害。

### 3. 区域钢化玻璃

区域钢化玻璃是钢化玻璃的一个新品种，它经过特殊处理，能够在受到冲击破碎时，其玻璃的裂纹仍可以保持一定的清晰度，保证驾驶人的视野区域不受影响。目前汽车风窗玻璃以夹层区域钢化玻璃为主，能承受较强的冲击力。

### 4. 特殊功能玻璃

(1) 单面透视玻璃。它是在普通玻璃上涂抹一层铬、铝或铱的薄膜。它可以将光线大部分反射回去，使汽车从内向外可视性好，车外却无法透视车内。

(2) 控制风窗玻璃。这种玻璃具有雨点传感作用，其传感器可测出雨点，然后自动打开风窗玻璃上的刮水器，并根据雨量的大小变化，随时改变刮水器速度。

(3) 控制阳光玻璃。这种玻璃能挡住多达 84% 的太阳能，可以在汽车所有车窗关闭和阳光直接暴晒情况下，使车内保持凉爽。

(4) 导电玻璃。它是在普通玻璃表面涂上一层氧化钛、氧化锂之类的薄膜。这种玻璃通过微量的电流，会产生热量，附在车窗上的冰霜立即融化，以保证车内人员的视线。

(5) 显示器系统玻璃。这种汽车玻璃还可以作为显示器系统，未来汽车路线指南、方位图等都可以从仪表板后面投射到汽车前风窗玻璃上，这样驾驶人不用看仪表，只需正视前方，就可以看到玻璃上显示的各种需要的信息，既方便又安全。

### 4.2.2 汽车用塑料

塑料在汽车上的应用发展很快，从最初的内饰件和小零件，发展到可替代金属来制造各种机械配件和车身板件。用塑料代替金属，既可获得汽车轻量化的效果，又可改善汽车的某些性能，如耐磨、防腐、减振、减小噪声等。随着汽车工业的发展，塑料的应用越来越受到重视。

#### 1. 塑料的组成

塑料是以合成树脂为基体，并加入某些添加剂制成的高分子材料。它在一定温度、一定压力下可以塑造成各种形状的部件。

(1) 合成树脂。合成树脂是塑料的主要成分，它的种类、性质及加入量的多少对塑料的性能起到很大的影响，大部分塑料是以所加树脂的名称来命名的。工程上常用的合成树脂有酚醛树脂、环氧树脂、氨基树脂、有机硅树脂和聚氯乙烯、聚苯乙烯等。

(2) 添加剂。加入添加剂是为了改善塑料的性能，扩大其使用范围。它包括填料、增塑剂、稳定剂、固化剂和着色剂等。

填料主要起强化作用，同时也能改善或提高塑料的某些性能，加入云母、石棉粉、氧化硅可以增加塑料的电绝缘性、耐热性、硬度和耐磨性。增塑剂用于提高塑性的可塑性与柔软性。稳定剂可以提高塑料在光和热作用下的稳定性，以延缓老化。固化剂可以促使塑料在加工程中硬化。着色剂可以使塑料制品的色彩美观。

#### 2. 塑料的分类和特性

(1) 塑料的分类。塑料的种类很多，按其热性能不同，可分为热固性塑料和热塑性塑料



两大类。

热固性塑料是经过一次固化后，不再受热软化，只能塑制一次的塑料。这类塑料耐热性好，受压不易变形，但力学性能较差，常用的有环氧树脂、酚醛树脂、氨基树脂、有机硅树脂等。

热塑性塑料是指受热时软化，冷却后又变硬，可反复多次加热塑制的塑料。这类塑料加工形成方便、力学性能好，但耐热性相对较差、容易变形。热塑性塑料数量很大，约占全部塑料的 80%，常用的有聚乙烯、聚氯乙烯、聚四氟乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、聚酰胺等。

(2) 塑料的主要特性。塑料具有许多优良的物理、化学性能，主要有以下几点。

① 质量轻。塑料的相对密度一般只有  $1.0 \sim 2.0\text{g/cm}^3$  可以大幅度减轻汽车的质量，降低油耗。

② 化学稳定性好。一般的塑料对酸、碱、盐和有机溶剂都有良好的耐腐蚀性。

③ 比强度高。比强度是指单位质量的强度。尽管塑料的强度要比金属的小，但塑料密度小质量轻，以等质量相比，其比强度要高。

④ 电绝缘性好。大多数塑料有良好的绝缘性，汽车电器零件广泛采用塑料作为绝缘体。

⑤ 耐磨、减磨性好。大多数塑料的摩擦系数较小，耐磨性好，能在半干摩擦甚至无润滑条件下良好的工作。

⑥ 吸振性和消声性好。采用塑料轴承和塑料齿轮的机械，在高速运转时，可平稳地转动，大大减小噪声，减小振动。

塑料也有不少缺点，与钢材相比其力学性能较低，耐热性较差（一般只能在  $100^\circ\text{C}$  以下长期工作），导热性差，容易吸水，吸水后性能恶化。此外，塑料还有易老化、易燃烧、温度变化时尺寸稳定性差等缺点。

### 3. 塑料在汽车中的应用

由于塑料具有诸多金属和其他材料所不具备的优良性能，因此在汽车上应用很广。常用于制作各种结构零件、耐磨减磨零件、隔热防振零件等。

#### 4.2.3 汽车用橡胶

橡胶是一种高分子材料，汽车上有许多零件是用橡胶制造的，如轮胎、车门窗密封条、风扇传动带、缓冲垫、油封、制动皮碗等。

##### 1. 橡胶的基本性能

(1) 极高的弹性。这是橡胶独特的性能。橡胶在起初受载荷时变形量很大，但随着外力的增加，橡胶又具有很强的抵抗变形的能力。它可以作为减振材料，用于制造各种减轻冲击和吸收振动的零件。

(2) 良好的热可塑性。橡胶在一定温度下会失去弹性而具有可塑性，当橡胶处于热可塑性状态时，容易加工成各种形状和尺寸的制品，而且当外力去除后，仍能保持加工后的形状和尺寸。

(3) 良好的黏着性。黏着性是指橡胶与其他材料黏结成整体而不分离的能力。橡胶有很强的吸附能力，能与其他材料黏结成整体，如汽车轮胎就是利用橡胶与棉、毛、尼龙等牢固黏结在一起而制成的。

(4) 良好的绝缘性。大多数橡胶是绝缘体，是制造电线、电缆等导体的理想材料。

此外，橡胶还具有良好的耐寒、耐蚀和不渗漏水、气等性能。橡胶的缺点是导热性差，硬度和抗拉强度不高，容易老化等。

## 2. 橡胶在汽车中的应用

在汽车上用量最大的橡胶制品是轮胎，另外橡胶还广泛应用于车门、车窗的密封条，各种胶管、胶带，减振配件以及耐油配件等。

### 4.2.4 汽车用黏合剂

黏合剂又称黏结剂，它是将两种材料黏结在一起，或填补零件裂纹、空洞等缺陷的材料。黏合剂具有较高的黏结强度和良好的耐水、耐油、耐腐蚀、电绝缘等性能，用它来修复零件具有工艺简单、连接可靠、成本低，不会引起零件变形和内部组织发生变化等优点。因此，在汽车修理中得到广泛应用。汽车修理用的黏合剂主要有以下几种。

#### 1. 环氧树脂黏合剂

环氧树脂黏合剂是一种有机黏合剂，它的用途很广，适合黏结各种金属材料和非金属材料。环氧树脂黏合剂以环氧树脂及固化剂为主，再加入增韧剂、稀释剂、填料和促进剂等配制而成。

(1) 环氧树脂。环氧树脂是人工合成的高分子化合物，它的优点有黏结能力强、固化收缩率小、耐蚀和绝缘性好、使用方便等。缺点是脆性大、耐热性差。

(2) 固化剂。固化剂是黏合剂的主要成分，它与环氧树脂化合，使树脂的线状结构变成网状结构。固化后，形成热固定性材料，温度升高也不软化和熔化，也不溶于有机溶剂，而且还具有良好的耐油、耐酸性能。常用的固化剂有乙二胺、间苯二胺、聚酰胺等。

(3) 增韧剂。它是为了改善环氧树脂的脆性，提高其柔韧性而加入的成分，它还可减少固化时的收缩性，提高黏结层的抗剥离、耐冲击能力。

(4) 填料。加入填料能改善黏结接头的强度和表面硬度，提高耐热性、电绝缘性，节约树脂用量。常用的填料有铁粉、石英粉、石棉粉、玻璃丝等。

(5) 稀释剂。它用来溶解树脂、降低黏合剂的黏度，同时它还可以控制固化过程的反应热，延长黏合剂的适用期，增加填料的加入量。常用的稀释剂有丙酮、甲苯、二甲苯等。

(6) 促进剂。加入适量的促进剂，能使黏合剂加速固化并降低固化温度，常用的有四甲基二氨基甲烷、间苯二酚等。

#### 2. 酚醛树脂黏合剂

酚醛树脂黏合剂也是一种有机黏合剂，它的基本成分是酚醛树脂。酚醛树脂黏合剂具有较高的黏结强度，耐热性好，在 200℃ 以下可长期工作，但其脆性大，不耐冲击。

酚醛树脂黏合剂可以单独使用，也可以与其他树脂或橡胶混合使用。它与环氧树脂混合使用时，其用量为环氧树脂的 30% ~ 40%，且要加增韧剂和填料，为了加速固化，可加入 5% ~ 6% 的乙二胺，这样既改善了耐热性又提高了韧性。

例如，204 黏合剂是酚醛树脂与缩甲醛组成的黏合剂。它的特点是具有优良的耐热性，可在 200℃ 以下长期工作，主要用于高温环境下的零部件修复。

### 3. 氧化铜黏合剂

氧化铜黏合剂是一种无机黏合剂，它具有良好的耐热性（在 600℃ 高温下不软化）和耐油、耐酸性，固化前溶于水而固化后不溶于水等特点。但其脆性大、不耐冲击及耐碱性差。

氧化铜黏合剂由氧化铜粉、无水磷酸和氢氧化铝调和而成，其中氢氧化铝用于进行无水处理，氧化铜与磷酸反应生成磷酸铜，吸水后形成结晶水化物而固化，而且磷酸铜与钢铁表面接触黏结时，铁元素与铜元素会发生置换反应，因而提高其黏结强度。

氧化铜黏合剂在固化后，体积略有膨胀。因此，它特别适用于管件套接或槽接，也可用于填补裂缝、堵漏和黏合零件，如黏补发动机汽缸上平面、气阀室附近处的裂纹以及黏结硬质合金刀头等。

## 复习思考题

1. 举例说明车身上哪些是热轧钢板，哪些是冷轧钢板？
2. 冷轧钢板的特点是什么？
3. 得到高强度钢的方法是什么？
4. 在对高强度钢进行焊接时，应该使用什么焊接方法？
5. 为什么不能用加热的方式修理整体式车身？
6. 最近几年车身上钢材的应用特点有什么趋势？
7. 超高强度钢一般应用在车身哪些部位？
8. 钢铁的处理有哪几种类型？
9. 对钢铁加热消除应力时不能超过多少度？
10. 防锈钢板有几种类型？
11. 双面镀锌和单面镀锌钢板一般应用在车身哪个部位？
12. 铝合金有几种类型？哪些类型可以应用在车身部件上？
13. 为什么要在车身上使用铝合金部件？铝合金车身的优点有哪些？
14. 现在的汽车风窗玻璃全部应用钢化玻璃吗？
15. 夹层玻璃有什么特点？
16. 车身用塑料分几种类型，各有什么特点？
17. 举例说明你见到的车身中塑料件的类型。

## 第二篇 汽车钣金修复

# 第 5 章 车身损坏分析

## 学习目标：

1. 了解车身损伤的类型。
2. 掌握碰撞修复程序。
3. 能进行碰撞损伤及变形分析。

## 5.1 汽车的碰撞变形

### 5.1.1 影响汽车碰撞变形的因素

汽车车身不仅能够经受住日常驾驶中的振动及载荷，还要在碰撞中能给乘客提供安全保护。因此汽车前部车身和后部车身要设计成在某种程度上容易损坏，以形成一个能吸收碰撞能量的结构，同时中部车身要保证设计得结实牢固，给乘客提供一个安全的生存空间。

汽车的安全性一般通过汽车碰撞实验来进行试验，当汽车以 50km/h 的速度撞向障碍物时，发动机室的长度会被压缩 30% ~ 40%，形成乘客室的长度被压缩 1% ~ 2%。

#### 1. 影响碰撞变形的因素

汽车碰撞时，产生的碰撞力及受损程度取决于事故发生时的状况，通过了解碰撞的过程，能够部分地确定出汽车的损伤，定损评估人员可以从顾客那儿得到关于事故状况的信息，这种损伤评估的方法是极为必要的，它便于估算出修理的费用。因此，车身维修人员还应与定损人员做好交流。

车身维修人员应注意考虑以下因素对碰撞变形的影响。

(1) 被碰撞汽车的尺寸、构造、碰撞位置。

(2) 碰撞时汽车的速度。

(3) 碰撞时汽车的角度和方向。

(4) 碰撞时汽车上的乘客、货物的数量及位置。

车身维修人员在深入掌握事故信息以后，通常能够分析确定碰撞引起的损伤真实原因。

由于碰撞发生前驾驶人会有预先反应，某些类型的撞伤多数会以一定的形式和次序发生，如果驾驶人的第一反应是要绕离危险区，汽车的侧面会被碰撞蹭伤，如图 5.1 所示，严重时会引起汽车前部、中部或后部的弯曲变形。

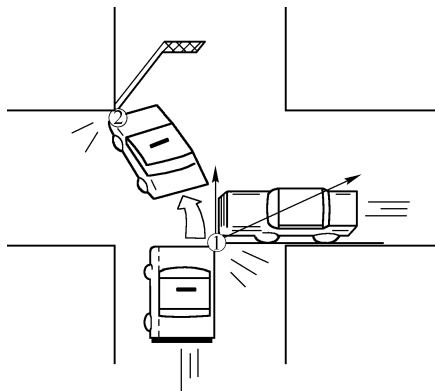


图 5.1 蹭伤损伤

2. 碰撞的位置高低对碰撞损伤的影响

当发生碰撞时，驾驶人猛踩制动踏板，则损伤的是汽车的前部，当碰撞点在汽车前端较高部位，就会引起车壳和车顶后移及后部下沉；当碰撞点在汽车前端下方，因车身惯性使汽车后部向上变形、车顶被迫上移，在车门的前上方与车顶板之间形成一个极大的裂口。

3. 碰撞物不同对变形的影响

两辆相同的车，以相同的速度碰撞，当撞击对象不同时，撞伤结果差异就很大。汽车撞上电线杆和撞上一堵墙壁，结果就不大一样，如果撞上墙，其碰撞面较大，损伤程度就较轻，相反，撞上电线杆，因碰撞面积较小，其撞伤的程度就较严重，汽车保险杠、发动机罩、水箱框架、水箱等严重部件都严重变形，发动机也被后推，碰撞的影响还会扩展到后部的悬架等部位。

4. 行驶方向对碰撞损伤的影响

当横向行驶的汽车撞击纵向行驶汽车的侧面时，纵向行驶汽车的中部会产生弯曲变形，而纵向行驶汽车除产生压缩变形外还会被纵向行驶的汽车向前牵引，导致弯曲变形。由此可知，横向行驶的汽车虽然只有一次碰撞，但损伤却发生在两个方向。另外，也可能两种碰撞损伤发生在一个方向上，在十字路口汽车碰撞中，这种情况常常见到。

5. 不同的车辆对碰撞损伤的影响

不同类型的车辆碰撞时，产生的变形也不一样。碰撞车辆质量越大，被碰撞车辆的变形越大。

一辆汽车与另一辆汽车相撞后，还可能再次发生碰撞损伤，因此就会产生不同损伤类型的组合。在评估之前，应尽可能多地了解事实真相，确定事故实际发生的过程，结合实际的测量才能制定出修复的具体步骤，这样虽然花费一些时间，但却在整个修复过程中节省更多的时间，而且也会减少一些艰苦的工作。

5.1.2 车架式车身的碰撞变形

车架式车身由车架及围接在其周围的可分解的部件组成，车身的前部和后部具有上弯的结构，碰撞时会变形，但可保持车架中部结构的完整，如图 5.2 中圈出的部位为车架式车身上较弱的部位，主要用来缓冲冲击。车身与车架之间有橡胶垫间隔，橡胶垫能减缓从车架传至车身上的振动效应。遇有强烈振动时，橡胶垫上的螺栓可能会折弯，并导致车架与车身之

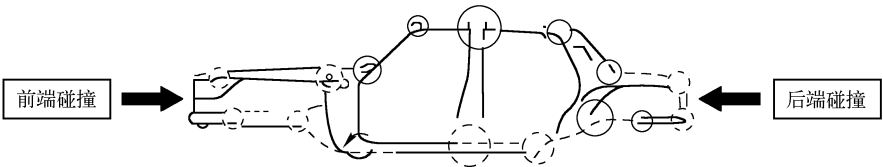


图 5.2 车架式车身的较弱部位

间出现裂缝。碰撞时由于振动的大小和方向的不同，车架可能遭受损伤而车身没有。车架的中部较宽，可以抵挡从侧面的碰撞冲击，来保护乘客的安全。车架是否变形，可通过比较车门槛板与车架前后之间空间尺寸、比较前翼子板与轮罩前后的空间尺寸，以及比较前保险杠上的后孔到车架钢梁总成之间尺寸的大小来确定。

车架受撞时的变形，大致可分为以下五种类型。

1. 左右弯曲变形

当汽车一侧被撞时应观察：被撞一侧钢梁的内侧及另外一侧钢梁的外侧是否有皱曲，车门长边上有无裂缝和短边是否有皱折，或汽车被撞一侧是否有明显的碰撞损伤，车身和车顶盖是否有错位等情况，可确定是否有左右弯曲变形。如图 5.3 所示为车架前部、中部和后部的左右弯曲变形。

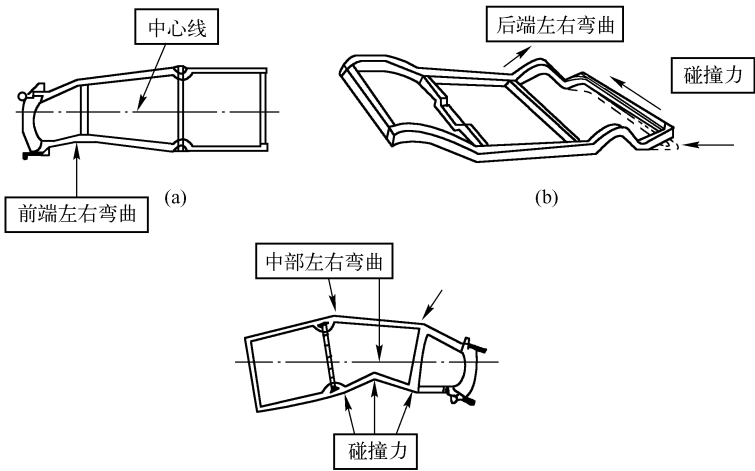


图 5.3 左右弯曲变形

2. 上下弯曲变形

当汽车被撞后，车身外壳表面会比正常位置低，结构上也有后倾现象，这就发生了上下弯曲变形，如图 5.4 所示。直接撞到汽车的前部或后部，会引起汽车上一侧或两侧发生上下弯曲。可以从翼子板与车门之间的缝隙是否在顶部变窄、在下部变宽，车门在撞击后是否下垂，判别出是否有上下弯曲变形，大多数车辆碰撞损伤中都会有上下弯曲变形，即使在车架上看不出皱折和扭曲。严重的上下弯曲变形也能破坏车架上车身钢板的准直。

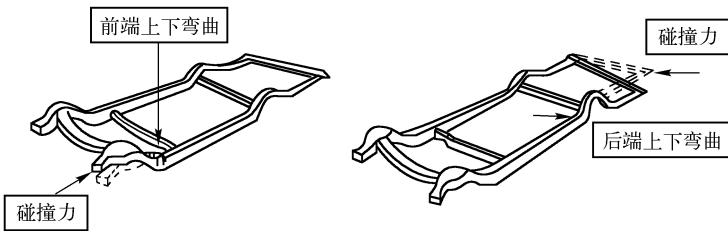


图 5.4 上下弯曲变形

3. 断裂变形

汽车发生碰撞后，当观察到：发动机罩前移或后车窗后移，车身上的某个部件或车架元件的尺寸小于标准尺寸，车门可能吻合得很好，但挡板、车壳或车架的拐角处皱折或有其他严重变形，车架在车轮挡板圆顶处向上提升，引起弹性外壳损坏，保险杠会有一个非常微小的垂直位移，这些都表明车身上发生了断裂变形，如图 5.5 所示。

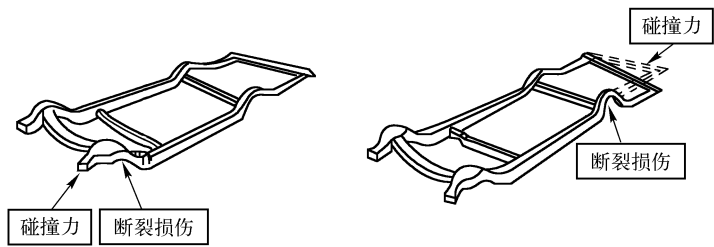


图 5.5 断裂变形

4. 菱形变形

当前部（或后部）的任一侧角或偏心点受到撞击时，车架的一侧向后（或向前）移动，车架或车身歪斜近似平行四边形的形状，这种变形称为菱形变形，如图 5.6 所示。菱形变形是整个车架的变形，可以明显看到发动机罩及行李箱盖发生错位；在接近后轮罩的相互垂直的钢板上或在垂直钢板接头的顶部可能出现皱折；在乘客室及后行李地板上也可能出现皱折和弯曲。此外，菱形变形还会附加有许多断裂及弯曲的组合损伤，但菱形变形很少会发生在整体式车身上。

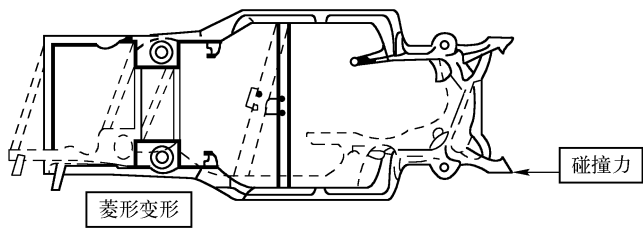


图 5.6 菱形变形

5. 扭转变形

当汽车撞击到路缘石或路中隔离栏或车身后侧角端发生碰撞时，就可能发生扭转变形，如图 5.7 所示。发生扭转变形后，汽车的一角会比正常情况高，而相反的一角则会比正常情

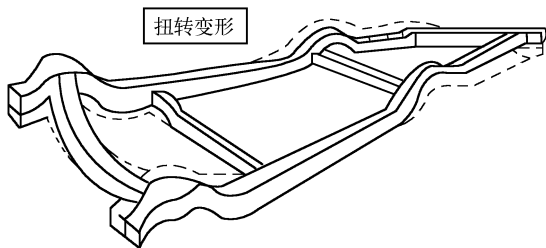


图 5.7 扭转变形



况低。汽车的一角会前移，而临近的一角很可能被扭转向下。若汽车的一角下垂接近地面，就应对汽车进行扭转损伤检查。要特别注意的是，扭转变形往往隐藏在底层，也有可能在钢板表面检查时看不出任何明显的损伤。

车架式车身上各类损伤发生的次序为：左右弯曲、上下弯曲、断裂变形、菱形变形和扭转变形。

车身或车架修复最重要的准则是颠倒方向和次序。这就是说，校正汽车的碰撞损伤时对损伤部位的拉或推操作必须按照碰撞相反的方向进行。事实上，大多数的碰撞及事故结果是以上所述损伤类型的混合。左右弯曲和上下弯曲变形几乎同时发生，此外，碰撞力的分力还作用在车架的横梁上，比如，在汽车侧翻事故中，由于发动机质量会使其支撑横梁受到推或拉而变形，造成上下弯曲，由于横梁影响整个修复工作的效果，因此不管横梁的损伤程度怎样，都必须对其校正。

车身维修人员在对车辆进行测量分析时，经常会运用点对点测量或对角测量，认为只要这些尺寸正确就可以。实际上这只是进行了长度和宽度方向的测量，而忽视了高度方向的测量和调整。

## 5.1.3 整体式车身碰撞变形

### 1. 汽车前部碰撞变形

前端碰撞的冲击力取决于汽车的质量、速度、碰撞范围及碰撞物。碰撞程度比较轻，保险杠会被向后推，前纵梁、保险杠支架、前翼子板、散热器支座、散热器上支撑和机罩锁紧支撑等也会折曲。

如果碰撞的程度剧烈，那么前翼子板就会弯曲而触到前车门，发动机罩铰链会向上弯曲至前围上盖板，前纵梁也会折弯到前悬架横梁上并使其弯曲。如果碰撞力量足够大，前挡泥板及前车身立柱（特别是前门铰链上部装置）将会弯曲，并使车门松垮掉下。另外，前纵梁会发生折皱，前悬架构件、前围板和前车门平面也会弯曲。

如果从某一角度进行正面碰撞，前纵梁的连接点就会成为旋转中心。由于左面和右面的前侧构件是通过前横向构件连接在一起的，碰撞引起的振动就会从碰撞点的一侧传递至另一侧的前部构件并引起其变形。

### 2. 汽车后部碰撞变形

汽车后部碰撞时，其受损程度取决于碰撞面的面积、碰撞时的车速、碰撞物及汽车的质量等因素。

如果碰撞力小，后保险杠、后地板、行李箱盖及行李箱地板可能会变形。如果碰撞力大，相互垂直的钢板会弯曲，后顶盖顶板会塌陷至顶板底面。而对于四门汽车，车身中立柱也可能会弯曲。

在汽车的后部由于有吸能区，碰撞时一般只在车身后部发生变形，保护中部乘客室的完整和安全。

### 3. 汽车中部碰撞变形

当发生侧面碰撞时，车门、前部构件、车身中立柱以及地板都会变形。如果中部侧面碰

撞比较严重，车门、中柱、车门槛板、顶盖纵梁都会严重弯曲，甚至相反一侧的中柱和顶盖纵梁也朝碰撞相反的方向变形。随着碰撞力的增大，车辆前部和后部会产生与碰撞力相反方向的变形，整个车辆会变成弯曲的香蕉状。

当前翼子板或后顶盖侧板受到垂直方向较大的碰撞时，振动波会传递到汽车相反一侧。当前翼子板的中心位置受到碰撞时，前轮会被推进去，振动波也会从前悬架横梁传至前纵梁。这样，悬架元件就会严重损伤，前轮的中心线和基线也都会改变。发生侧向碰撞时，转向装置的连杆及齿轮齿条的配合也将被损坏。

#### 4. 汽车顶部碰撞变形

当坠落物体碰到汽车顶部时，除车顶钢板受损外，车顶纵梁、后顶盖侧板和车窗也可能同时被损伤。

在汽车发生翻滚时，车的顶部顶盖、立柱，车下部的悬架会严重损伤，悬架固定点的部件也会受到损伤，如图 5.8 所示。



图 5.8 车身顶部碰撞变形

如果车身立柱和车顶钢板弯曲，那么相反一端的立柱同样也会损坏。由于汽车倾翻的形式不同，车身的前部及后部部件的损伤也不同。就这些情况而言，汽车损伤程度可通过车窗及车门的变形状况来确定。

#### 5. 整体式车身碰撞损伤的类型

整体式车身结构的碰撞损伤是按弯曲变形、断裂损伤、增宽变形和扭转变形的顺序进行的。

(1) 弯曲变形。在碰撞的瞬间，由于汽车结构具有弹性，碰撞振动传递到较远距离的大部分区域，从而引起中央结构向横向及垂直方向的变形。左右弯曲通常通过测量宽度或对角线，上下弯曲通常通过测量车身部件的高度是否超出配合公差来判断。与车架式车身结构的弯曲变形相似，这一变形可能只发生在汽车的一侧。

(2) 断裂变形。在碰撞过程中，碰撞点会产生显著的挤压，碰撞的能量被结构的折曲变

形吸收，以保护乘坐室。而较远距离的部位则可能会皱折、断裂或松动。测量车身部件长度是否超出配合公差来判别是否为断裂变形。

(3) 增宽变形。增宽变形与车架式车身上的左右变形相似，可以通过测量车身高度和宽度是否超出配合公差来判别。对于性能良好的整体式车身来说，碰撞力会使侧面结构偏向外侧弯曲，偏离乘客，同时纵梁和车门缝隙也将变形。

(4) 扭转变形。整体式车身的扭转变形与车架式车身相似，可以通过测量其高度和宽度是否超出配合公差进行判断。由于扭转变形是碰撞的最后结果，使最初的碰撞直接作用在中心点上，但在此处的冲击还是能够产生扭转力引起汽车结构的扭转变形。

除菱形变形外，整体式车身和车架式车身的变形类型是极为相似的，但是整体式车身的损伤要复杂得多。整体式车身的修理与车架式车身的修理步骤一样，采用“先进后出”的方法，首先校正最后发生的损伤，这是修复整体式车身的最佳方法。

## 6. 整体式车身的吸能设计

整体式车身通常设计得能够很好地吸收碰撞时产生的能量。这是因为，汽车受到冲击时，车身的某些部位折合吸收了碰撞能量，碰撞力就被逐渐扩散到车身更深的部位，直至完全被吸收。

由薄钢板连接成的车身壳体，在碰撞中能吸收大部分振动，其中一部分碰撞能量被碰撞区域的部件通过变形吸收掉，另一部分能量会通过车身的刚性结构传递到远离碰撞区的区域，这些被传递的碰撞波引起的影响称为二次损伤。二次损伤会影响整体式车身的内部结构或与被撞击相反一侧的车身。

为了控制二次损伤变形，汽车在前部和后部设计了吸能区（抗挤压区域）如图 5.9 所示。前保险杠支撑、前纵梁、挡泥板、发动机罩，后保险杠支撑、后纵梁、挡泥板、行李箱盖等部位，都设计了波纹或结构强度上的局部弱化。在受到撞击时，他们就会按照预定的形式折曲，这样碰撞振动波在传送过程中就被大大减小直至消散。中部的车身有很高的刚性，把前部（或后部）吸能区不能完全吸收而传过来的能量传递到车身的后部（或前部），引起远离碰撞点部件的变形，从而保证中部乘客室的结构安全。这是现代汽车安全性设计的一个重要特点。

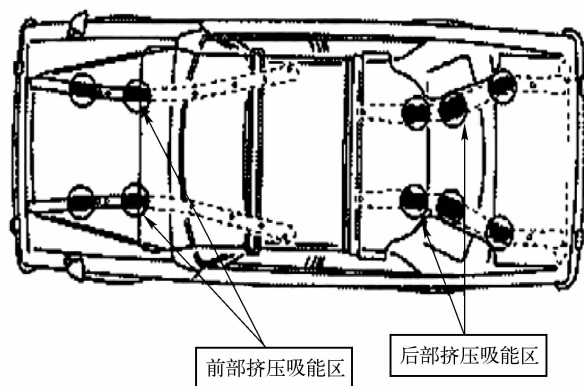


图 5.9 车身吸能区

在所有碰撞中，超过 70% 的碰撞发生在汽车的前部，如图 5.10 所示。在碰撞力比较小

时，由前部的保险杠、保险杠支撑等变形来吸收能量。碰撞剧烈时，前面的纵梁等能很好地吸收能量，在车身前部主要吸收能量的部件是前纵梁，如图 5.11 所示。前纵梁作为前部最坚固的部件，不仅有承载前部其他部件和载荷的能力，在碰撞中它还作为主要吸能元件通过变形吸收碰撞能量。

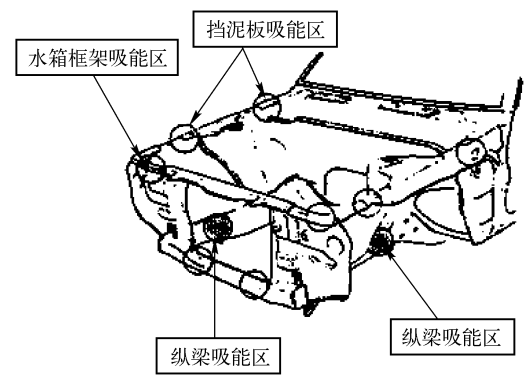


图 5.10 前部吸能区

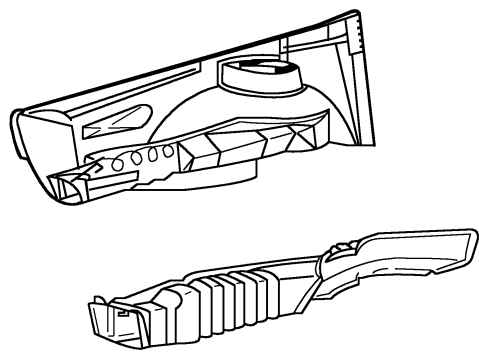


图 5.11 前部纵梁吸能区

经过波纹加工的新型保险杠加强件用螺栓连接在纵梁上，在碰撞时可以充分吸收碰撞能量，并且在维修时可以迅速更换。

当碰撞发生在车身中部时，碰撞能量通过车门、门槛板、中柱等部件的变形来吸收。为了保证乘客室的完整及乘客的安全，在中部的区域，如中柱、门槛板采用一些高强度钢板甚至超高强度钢板，在车门内部采用超高强度钢板制造加强防撞杆（板）来保护乘客安全，如图 5.12 所示。

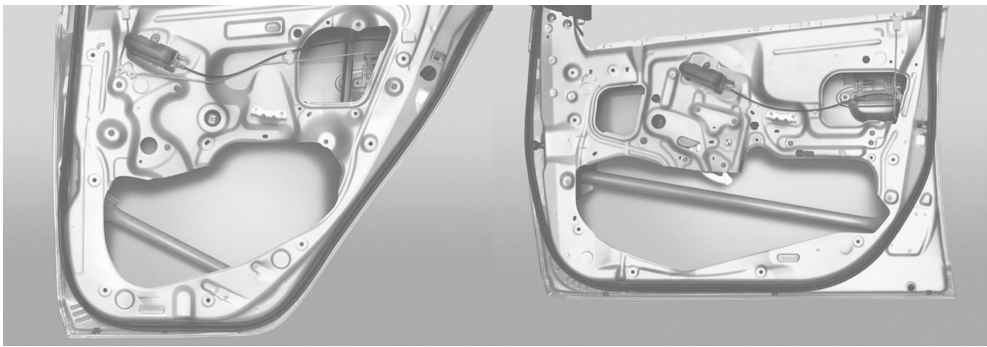


图 5.12 车门内高强度防撞杆

如果吸能区设计中没有很好地考虑吸能效果，或者修复后破坏了吸能区的结构，那么吸能区将不能很好地吸收碰撞能量，会造成中部乘客室严重变形，威胁乘客的安全。

5.1.4 车身碰撞损伤的检查

大多数情况下，在碰撞部位能够观察出结构损伤的迹象。用肉眼检查后，进行整体估测，从碰撞的位置估计汽车受撞大小及方向，判断碰撞如何扩散并造成损伤。在估测中，先检查汽车是否有扭转和弯曲变形，再设法确定出损伤的位置及各种损伤是否由同一碰撞引起的。

## 1. 车身上容易识别的损伤变形的部位

在碰撞中碰撞力穿过车身刚性部件的传递，如车身前立柱（A 柱）、车顶纵梁、地板纵梁等箱型截面梁，最终传递深入至车身部件内并损坏薄弱部件。因此，要找出汽车损伤，必须沿着碰撞力扩散的路径，按顺序一处一处进行检查，确认出变形情况。

（1）开裂部位。检查中要特别仔细观察板件连接点没有错位断裂，加固材料（如加固件、盖板、加强筋、连接板）上有没有裂缝，各板件的连接焊点有没有变形，油漆层、内涂层及保护层有没有裂缝和剥落，以及零件的棱角和边缘有没有异样等。这样，损伤的部位就容易识别出来，如图 5.13 所示。



图 5.13 纵梁开裂

（2）板件的连接部位。加固材料（如加固件、盖板、加强筋、连接板）上的缝隙，板件的连接点等部位在碰撞中容易发生变形。

（3）零件的菱角和边缘。车架部件（如侧边构件）的损伤程度，可以从其凹面上严重的凹痕或扭结形式来判断，而不是以部件凹面的另一面出现翘曲变形来确定。

此外，还有一点要特别注意的是，同样的碰撞力，若碰撞点部件刚性不同时，碰撞后的损伤情况不一样。当碰撞点部件的刚性较小时，碰撞点附近的损伤迹象比较显著，当能量通过附近的结构逐渐消散时，其损伤迹象很小。反之，有时碰撞点上的损伤迹象虽然很小，而能量却穿过碰撞点而传递到车身内部很深的部位即产生“内伤”。

## 2. 检查车身部件的间隙和配合

如图 5.14 所示，在车身上的车门、翼子板、发动机罩、行李箱盖与车灯之间的配合间隙

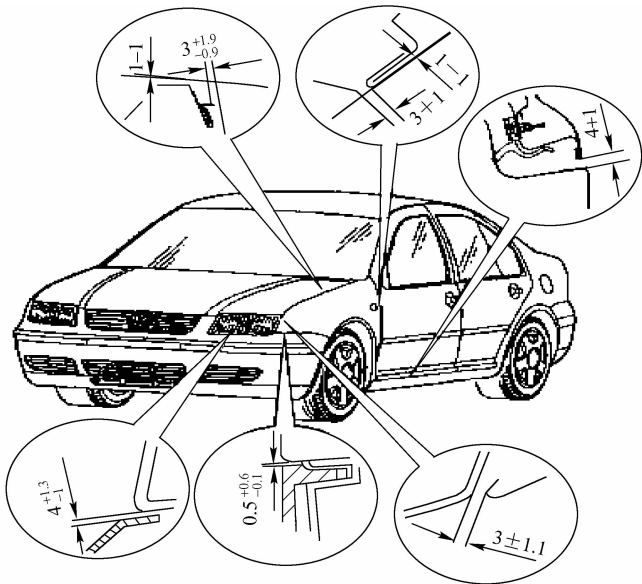


图 5.14 车身前部配合间隙

隙都有一定的尺寸要求，通过观察和测量它们之间间隙的变化可以判定发生了那些变形，对比左右翼子板与发动机罩的间隙情况。翼子板是安装在翼子板骨架上的，这就可以通过简单地观察翼子板与车门的间隙来确定车身是否受到损伤，如图 5.15 和图 5.16 所示。通过对比车门与翼子板间隙来确定车身的损伤变形情况，说明左侧变形严重。



图 5.15 右翼子板与车门的配合间隙



图 5.16 左翼子板与车门的间隙

在前部碰撞事故中，了解损伤最重要的是检查后车门与后顶侧板之间的间隙及水平差异；另一个较好的方法是比较汽车发动机罩与翼子板左侧与右侧的间隙。

### 3. 检查汽车惯性损伤

当汽车受到碰撞时，一些质量大的部件（如发动机）的惯性会转化成巨大的作用力，使其向相反方向移动而发生冲击，产生损伤，这就需对固定件、周围部件及钢板进行检查。对于车架式车身，车身安装在橡胶隔垫上以减小其惯性，但是剧烈的碰撞也会引起车身和车架的错位，破坏车身上的隔离件。

此外乘客在碰撞中由于惯性的原因，仪表盘、转向盘、转向支柱和座位靠背将受到损伤。行李箱中的行李也可能成为引起行李箱盖地板、行李箱盖和后顶侧板变形的另一个原因。

精确的损伤评估还要靠精确的车身三维测量来确定，这将在车身测量一章详细介绍。

## 5.2 汽车碰撞修复的一般程序

### 5.2.1 碰撞修复的概念

汽车碰撞损伤修复的主要过程通常是：校正车身的弯曲、扭转、偏斜等变形板件，更换严重损伤的板件，以及调整装配车身部件等。在按程序修复之前，先要对碰撞损坏的车辆进行全面、细致的损伤评估。如图 5.17 所示为损伤评估之后的主要修复步骤。

当损坏的汽车被送进车身修复车间时，有关修复的技术资料，如损伤情况评估、维修工艺和工作命令等文件也应一并送达车身维修人员手中，车身维修人员在按照这些书面指示进行工作时也可能找到一些未被发现的损伤，或认为对某些损伤评估过低，这就需要对汽车的损伤情况重新评估。根据损伤评估决定修复方案之后，在诊断结果的基础上，就可以对车身

进行修复了。

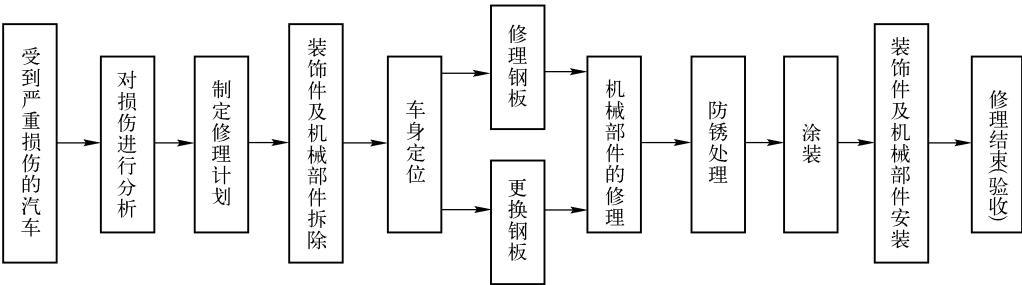


图 5.17 损伤评估修复步骤

要彻底修复好一辆车，就要对其碰撞受损的情况做出全面、精准的诊断，找出受损的严重程度、范围及受损部件，依次制定修复计划。一个有经验的车身修复人员一定会把大量的精力用在损伤评估上，这是因为一旦在修复中发现新的损伤情况，修复的方法及工序必将随之改变，这会浪费大量的人力、物力和时间。因此说，彻底的、精确的撞伤诊断是高质量、高效率修复的基础。

定损人员和车身维修人员在损伤诊断检查中，通过目测方式不会遗漏明显的损伤，但常会忽略损伤对于其他无关联系统的影响及发生在远距离碰撞部位的损伤。因此，除用目测方式进行诊断外，还应该使用精确的工具及设备来测量、评估受损汽车，为后续的车身修复工作打下良好的基础。

### 5.2.2 汽车碰撞诊断的基本步骤

#### 1. 汽车碰撞诊断的基本步骤



图 5.18 车身外部板的配合间隙

- (1) 了解受损汽车车身结构的类型。
- (2) 目测确定碰撞的位置。
- (3) 目测确定碰撞的方向及碰撞力的大小，并检查可能的损伤。
- (4) 确定损伤是否限制在车身范围内，是否还包含功能部件或元件的损伤（如车轮、悬挂、发动机等）。
- (5) 沿着碰撞能量传递路线一处一处地检查部件的损伤，直到没有任何损伤痕迹的位置。例如，通过检查车身外部板件的配合间隙来确定支柱是否损伤，如图 5.18 所示。
- (6) 测量汽车的主要元件。对于小的碰撞，可以通过比较车身尺寸图表示的标定尺寸和汽车上的实际尺寸来检查，简单的测量检查可以用一个轨道式量规，定心量规来比较车身上的尺寸。对于比较复杂的车身损坏，除用定心量规等测量工

具检查外，还需用三维测量系统检查悬架和整个车身的损伤情况，如图 5.19 所示。

汽车碰撞损伤诊断的一般步骤如图 5.20 所示。



图 5.19 车身三维测量

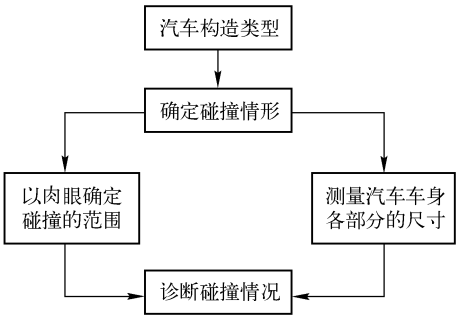


图 5.20 汽车损伤诊断步骤

2. 汽车损伤评估时的安全注意事项

在对汽车损伤评估时，应注意以下安全事项。

- (1) 汽车进入车间后，首先要查看汽车上是否有破碎玻璃棱边及锯齿状金属。锯齿状的金属刃口要贴上胶带纸，但最好用砂轮机或锉刀将其磨平。
- (2) 如有变速箱油或润滑油等泄露，一定要将其擦净。
- (3) 在开始焊接和切割之前，务必将储气罐移开，防止储气罐漏气引起爆炸。焊接前要断开车载计算机连接，防止焊接大电流损坏计算机。
- (4) 拆除电气系统时，先要卸下蓄电池负极电缆，切断电路，以免突然点燃易燃气体，同时也保护了电器系统。
- (5) 在进行碰撞诊断时照明应良好，如果功能件或机械部件损伤，需在举升机或校正台上进行细致的检查。
- (6) 在车身修理车间进行诊断修复时，还应注意相关的安全规范。

复习思考题

- 1. 影响碰撞变形的因素有哪些？
- 2. 车架式车身碰撞变形的类型有哪些？
- 3. 整体式车身碰撞变形的类型有哪些？
- 4. 汽车损伤评估的安全注意事项有哪些？
- 5. 整体车身的吸能设计有哪些？



# 第6章 车身测量

## 6.1 概述

对于局部变形或损坏，一般可以直观作业判断。车身变形严重时，就必须以正确的测量结果作为判断的依据。

### 6.1.1 车身测量重要性

车身的测量工作是车身修复程序中必须进行的操作，事故车的损伤评估、校正、板件更换安装调整等工序都要用到测量工作。

对整体式车身来说，转向系和悬架是依据装配要求设计的，车身损伤后就会严重影响到悬架结构的安装基础。齿轮齿条式转向器通常装配在车身构件或车身构件支撑的支架（钢板或整体钢梁）上。车身上这些构件一旦变形都会使转向器或悬架工作性能失常，例如减振性能恶化，转向操作失灵，传动系振动或异响，以及拉杆端头、轮胎、齿轮齿条、常用接头或其他转向装置的过度磨损。

为保证汽车使用性能良好，总成的安装位置必须正确，因此在修理后要求车身尺寸配合公差不能超过3mm。

测量点和测量公差要通过对损伤区域的检查来确定。例如，一般引起车门轻微下垂的前端碰撞，其损伤传递不会超过汽车的中心，后部的测量就没有太多的必要。而碰撞发生较严重时，必须进行大量的测量以保证适当的维修调整顺序。

不论车架式车身还是整车式车身，在修理过程中，测量工作都是非常重要的。必须对受伤部位上的所有主要加工控制点对照车身的标准尺寸（生产商提供）进行检查。在对车身进行修理时，车身修理人员使用测量系统应该认真做到以下几点。

- （1）准确地进行测量。
- （2）要进行多次测量。
- （3）重新核实所有的测量结果。

车身测量工作对于成功修复损伤是非常重要的。在车身修理中，测量工作虽然非常频繁，但由于测量系统不断地改进、发展，各种新型的测量系统都在汽车修理中得到应用，现在的测量操作不再是一项烦琐、低效的工作，它能够既快速又精准地测量出车身的的所有数据，保证车身修理工作的高质量和高效率。修理中常用的机械式车身测量系统大致可分为三种基本类型：量规测量系统、专用测量系统和通用测量系统。随着现代电子技术的发展，各类传感器和计算机的广泛应用，在各种机械测量系统的基础上，发展出多种电子测量系统，使得车身测量工作变得更准确、更高效。

### 6.1.2 车身数据图的识读

各汽车公司的汽车都有车身数据，有些数据公司也通过测量来获得数据。不同的数据公

司和厂家提供的数据格式可能不同，但要表达的基本内容是一致的，都要提供出车身主要结构件、板件（车门、发动机罩、行李箱盖、翼子板等）的安装位置，机械部件（发动机、悬架、转向系统等）的安装尺寸。我们来看几种数据图，学习怎样通过车身数据来辨别车身上测量的三维数据。

1. 车身底部数据图

不同公司提供的数据图在形式上可能有所不同，但是基本的数据信息是相同的，都要反映出车身上测量点的长、宽、高的三维数据。下面以几种常见的数据图来解读车身数据图中的内容。

如图 6.1 所示，是汽车车身底部的尺寸图，图的上半部分是俯视图，下半部分是侧视图。图的左侧部分代表车身的前方，右侧部分代表车身的后方。要读取数据，首先要找到图中长、宽、高的三个基准。

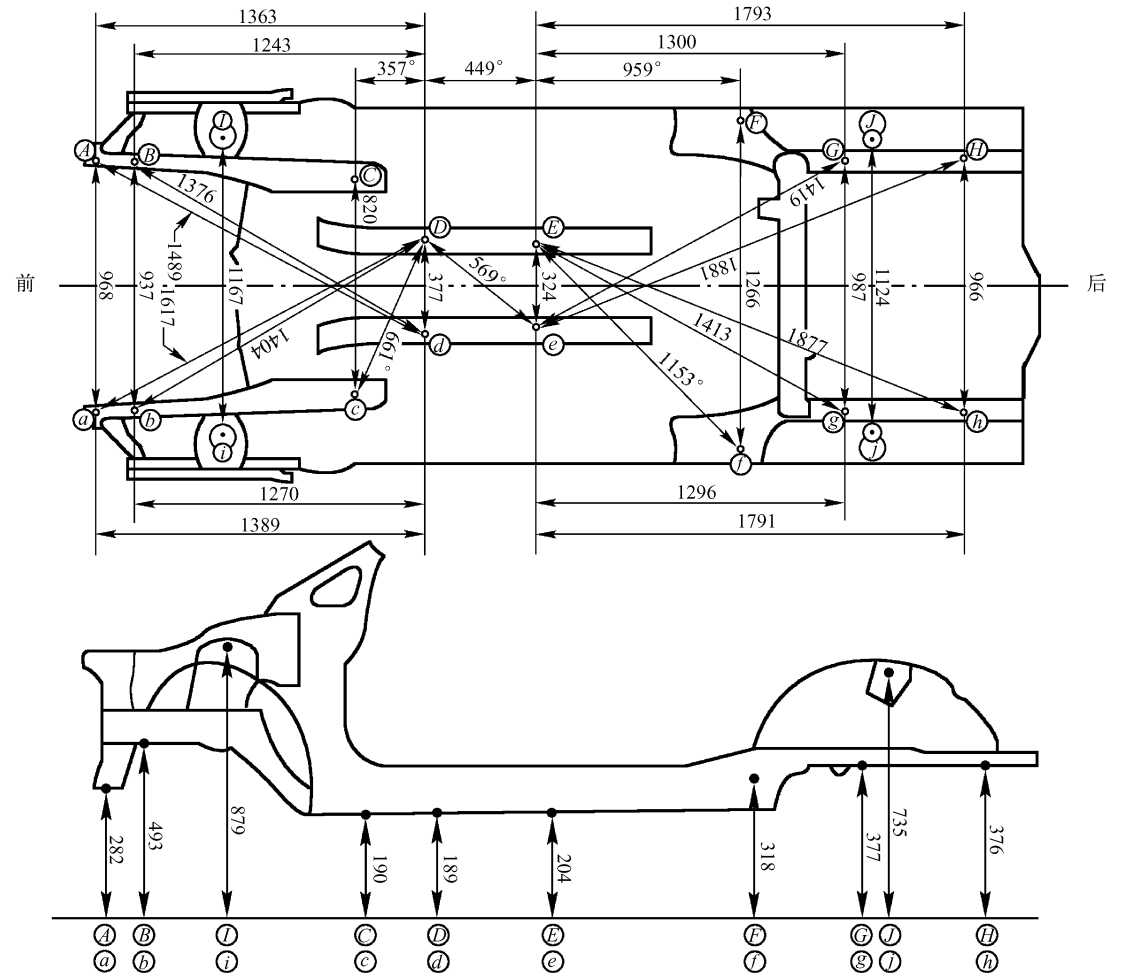


图 6.1 车身底部数据图

(1) 宽度数据。在俯视图中间位置有一条贯穿左右的线，这条线就是中心面，又称为中心线，它把车身一分为二。在俯视图上的黑点表示车身上的测量点，一般的测量点是左右对

称的。两个黑点之间的距离有数据显示，单位是毫米（有些数据图还会在括号内标出英制数据，单位是英寸），每个测量点到中心线的宽度数据是图上标出的数据值的二分之一。

(2) 高度数据。在侧视图的下方有一条较粗的黑线，这条线就是车身高度的基准线（面）。线的下方有从 *A* 至 *H* 的字母，表示车身测量点的名称，每个字母表示的测量点一般在俯视图上都显示两个左右对称的测量点。俯视图上每个点到高度基准线都有数据表示，这些数据就是测量点的高度值。

(3) 长度数据。在字母 *D* 和 *E* 的下方各有一个小黑三角，表示 *D* 和 *E* 是长度方向的零点。长度基准点有两个，*K* 点是车身前部测量点的长度基准，*O* 点是车身后部测量点的长度基准。

例如，我们要找 *A* 点的长、宽、高的尺寸，首先要在图中找出 *A* 测量点在俯视图和侧视图上的表示位置，从俯视图中可以找出左右 *A* 点之间的距离是 968mm，*A* 点至中心线的宽度值是前述距离的一半 484mm。从侧视图的高度基准线可以找出 *A* 点的高度为 282mm。从 *A* 点和 *D* 点的向上延伸线可以找出长度值为 1389mm。

要使用这种数据图配合测量系统进行测量时，首先要把测量系统的宽度的基准调整到与车辆的宽度基准一致或平行，然后调整车辆的高度，让车辆的高度基准与测量系统的高度基准平行，长度基准就在车身下部的基准孔位置。找到基准后，可以使用各种测量头对车身进行三维测量了。

如图 6.2 所示只用俯视图来表达，左侧为发动机室数据图，右侧为车身底部数据图，同样要找到图中表示基准的长、宽、高三个基准。图的左侧部分代表车身前部，右侧部分代表车身的后方。

(1) 宽度数据。在俯视图的中心部位有一条线把车身一分为二，这条线就是中心面。车身上的测量点用 1~18 的数字表示，每个数字代表车身上左右两个测量点。分别测量每个测量点到中心面的距离，可以直接读出任一测量点的宽度数据。

(2) 高度数据。在数据图的上方有一排图标，有圆圈、六角形和三角形等，内部有 *A*、*B*、*C* 和 *E* 等字母和数字。圆圈表示测量点是一个孔，六角形表示测量点是一个螺栓，三角形表示测量部件的表面。*A*、*B*、*C*、*E* 等字母表示测量时所用测量头的型号。数字表示高度数值，有时同一个点有两个高度值，是因为在测量时有螺栓或拆掉螺栓后高度是不同的。

(3) 长度数据。要使用这种数据图配合测量系统进行测量时，首先要调整车辆的高度到要求的数值，然后把车辆固定在主夹具上。移动测量系统，把测量系统的中心调整到与车辆的宽度中心一致。长度基准的位置就在车身下部的基准孔位置，把测量系统的长度零点设定在此基准孔上。找到长、宽、高的基准以后，可以使用各种测量头对车身进行三维测量。

## 2. 车身上部数据图

车身上部数据图主要显示上部车身的测量点。包括发动机室部位翼子板安装点、水箱框架安装点、减振器支座安装点和其他一些测量点，还有前后风窗的测量点，前后门测量点，前、中、后立柱铰链和门锁的测量点，行李箱的测量点等。

上部车身的这些测量点，如发动机室的测量点对车身的性能影响很大，其他的测量点数据对车身的外观尺寸调整非常重要。

有些数据图显示的是车身上部测量点的点对点之间的数据，如图 6.3 所示。

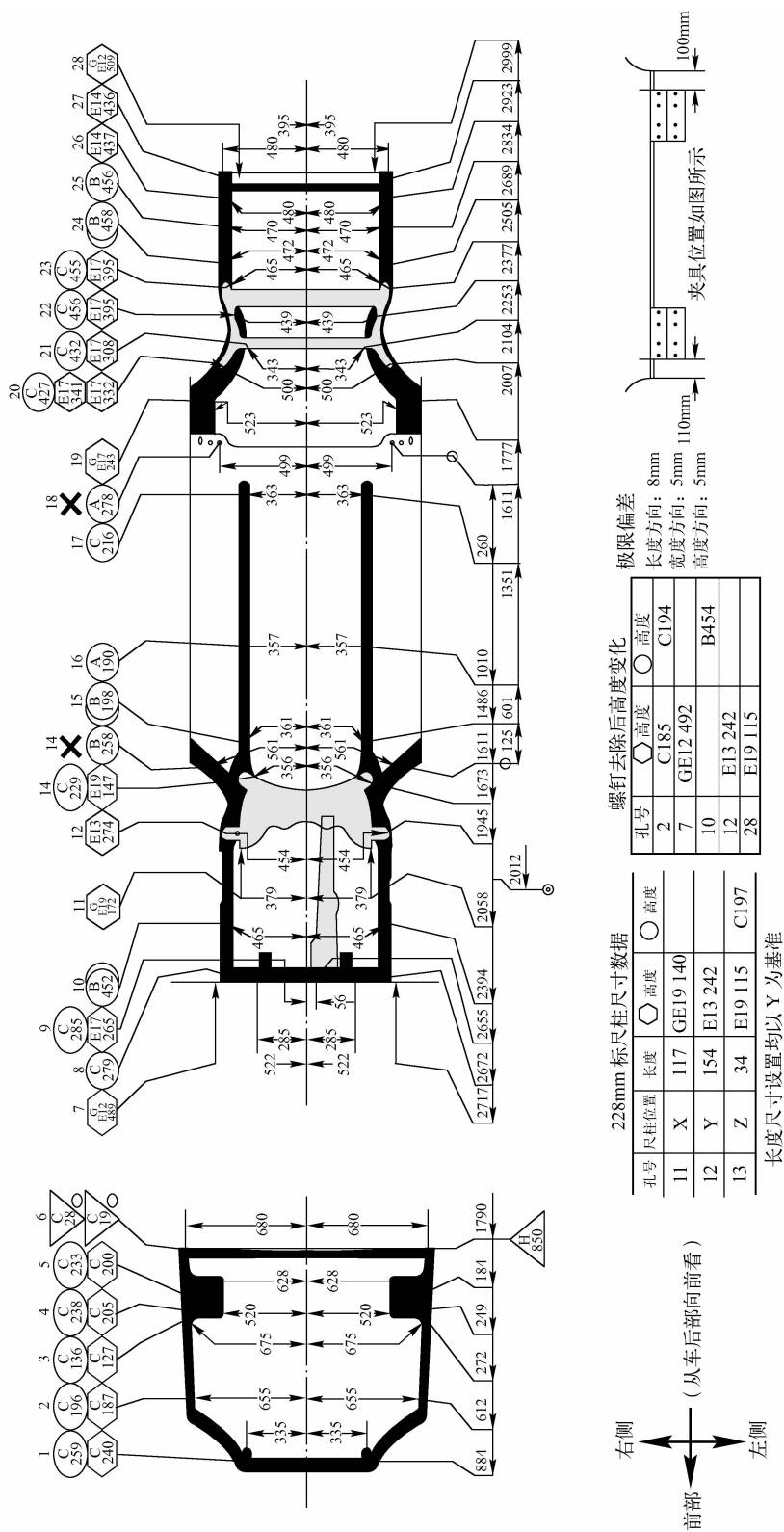


图 6.2 底部车身数据图

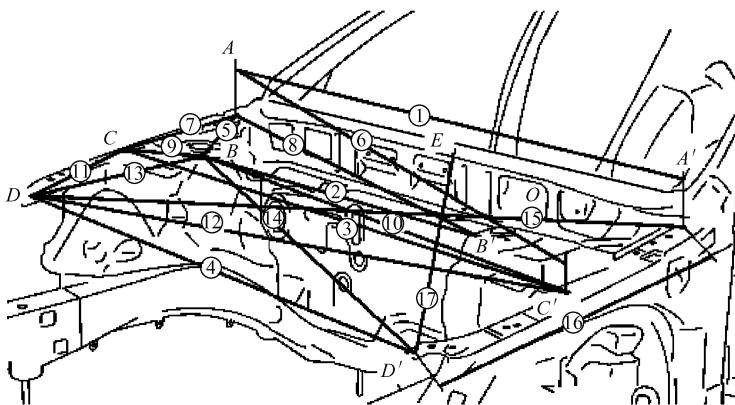


图 6.3 点对点的测量

车身数据图包括发动机室、前后风窗、前后门、前、中、后立柱和行李箱的尺寸。发动机室的数据图中显示发动机室部位的主要部件的安装点数据，可以通过点对点的测量方式测量，一般可以使用卷尺、轨道式量规等工具进行测量。

前风窗的尺寸通过测量图中  $A$ 、 $A'$ 、 $B$ 、 $B'$  四个点的相互尺寸得到， $A$  和  $A'$  是车身顶板的拐角， $B$  和  $B'$  是  $A$  柱下端的边缘。

后风窗的尺寸通过测量图中  $A$ 、 $A'$ 、 $B$ 、 $B'$  四点的相互尺寸得到， $A$  和  $A'$  是车顶板的角， $B$  和  $B'$  是行李箱电焊裙边上一条搭接缝隙，如图 6.4 所示。

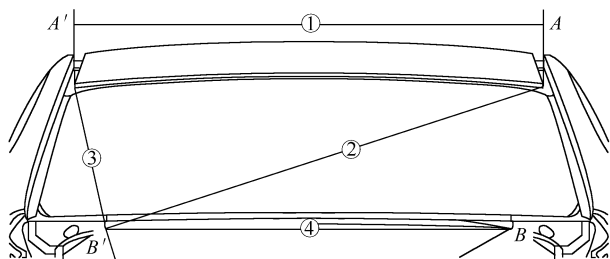


图 6.4 后风窗的尺寸测量

前门的尺寸通过测量图中  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  四个点的相互尺寸得到， $A$  点表示风窗立柱上的搭接焊缝位置， $B$  点表示前柱铰链的上表面， $C$  点是中门柱锁闩的上表面， $D$  点中门柱铰链的上表面，如图 6.5 所示。

后门的尺寸通过测量图中  $A$ 、 $B$  两点的尺寸得到， $A$  点表示后柱门锁闩的上表面， $B$  点表示中柱门铰链的上表面，如图 6.6 所示。

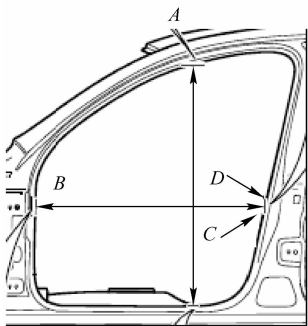


图 6.5 前门尺寸测量

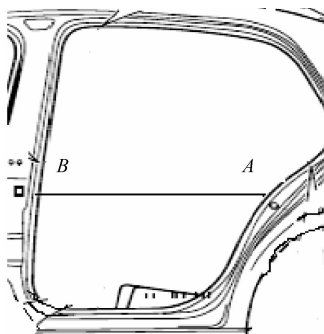


图 6.6 后门尺寸测量

中柱的尺寸可以通过测量图中  $A$ 、 $B$  两点的尺寸得到， $A$ 、 $B$  点都表示中柱门锁闭的上面固定螺栓的中心，如图 6.7 所示。

行李箱的尺寸可以通过测量图中  $A$ 、 $B$ 、 $D$ 、 $E$ 、 $A'$ 、 $B'$ 、 $D'$ 、 $E'$  的相互尺寸得到， $A$ 、 $B$ 、 $A'$ 、 $B'$  表示行李箱电焊裙边上一条搭接缝隙， $D$ 、 $E$ 、 $D'$ 、 $E'$  表示保险杠上不固定螺钉的中心，如图 6.8 所示。

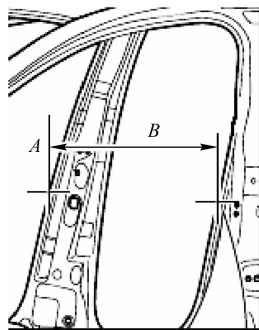


图 6.7 中柱尺寸测量

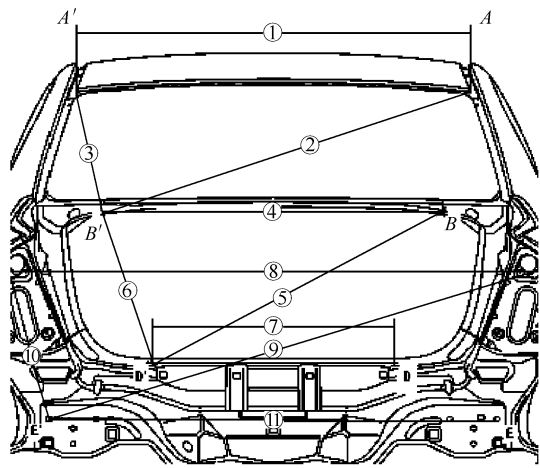


图 6.8 行李箱尺寸测量

## 6.2 车身测量系统简介

### 6.2.1 常规的车身测量工具

#### 1. 卷尺测量

修理人员常用的基本测量工具有钢板尺和卷尺，卷尺如图 6.9 所示。这两种尺可以测量两个测量点之间的距离，将卷尺的前端进行加工后，再插入控制孔测量时，会使测量结果更为精确。如果各个测量点之间有障碍将会使测量不准确，这就需要使用轨道式量规。

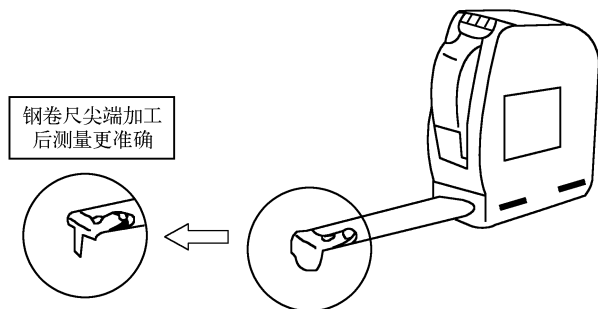


图 6.9 卷尺测量

#### 2. 量规测量

量规主要有轨道式量规、中心量规和麦弗逊撑杆式中心量规等多种，它们既可以单独使

用，也可互相配合使用。轨道式量规多用于测量的点对点之间的距离，中心量规用来检验部件之间是否发生错位，麦弗逊撑杆式中心量规可以测量麦弗逊悬架支座（减震器支座）是否发生错位。轨道式量规和麦弗逊撑杆式中心量规可作为一个整体使用。

(1) 轨道式量规。轨道式量规不仅每次能测量和记录一对测量点，同时还可以和另外两个控制点进行交叉测量和对比检验，其中至少有一个为对角线测定。用轨道式量规测量的最佳位置为悬架和机械元件上的焊点、测量孔等。他们对于部件的对中具有关键性作用。修理车身时，对关键控制点必须用轨道式量规反复测定并记录，以监测维修进度，防止过度拉伸。车身上部的测量可以大量使用轨道式量规来进行，在一些小的碰撞损伤中，用这种方法既快速又有效。用轨道式量规还可以对车身下部和侧面车身尺寸进行测量。

在修理工作中，这些测量点必须多次进行测量并做记录，在进行每一步修复工作时，测量结果都应记录下来，包括刚刚校正过的尺寸。汽车修复的过程和结果能够通过测量数据表得知。

有些轨道式量规上还附有刻度，一般都是公制单位，如果在配合使用经过精度检验的钢尺测量就更为快捷。

用轨道式量规进行点对点测量的方法。在车身结构中，大多数的控制点实际上都是孔、洞，而测量尺寸一般都是中心点至中心点的距离。用轨道式量规对孔进行测量时，一般侧量孔的直径比轨道式量规的锥头要小，测量头的锥头起到自定心的作用，如图 6.10 所示。当测量孔径大于测量头直径时，如图 6.11 所示，为了用轨道式量规进行精确测量，在测量孔的直径相同时，就需用同缘测量法，如图 6.12 所示，即两个测量孔直径相同时，孔中心的距离就是两孔同侧边缘的距离。

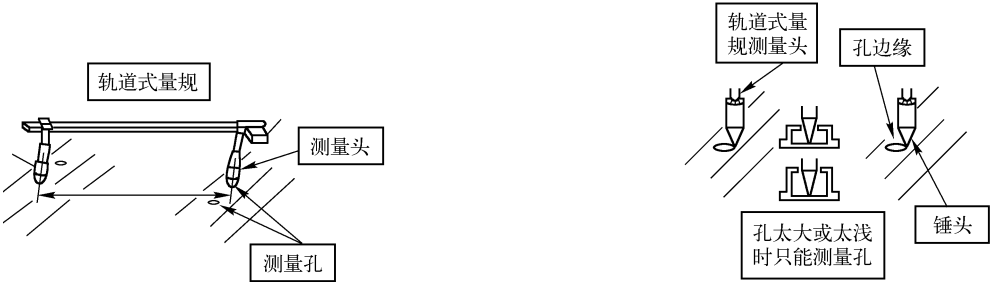


图 6.10 轨道式进行点对点测量

图 6.11 测量头直径小于测量口

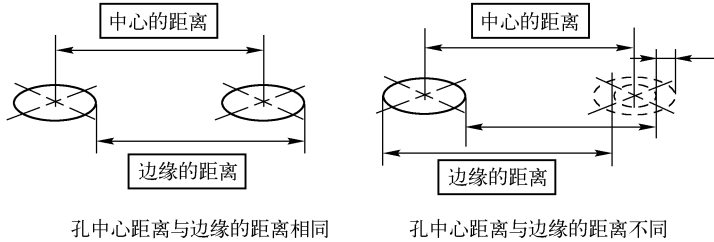


图 6.12 同缘测量法

如果需要测量的孔径不是同一尺寸，有时甚至不是同一类型的孔，圆孔、方孔、椭圆孔等。要测出孔中心点间的距离，就要先测得两孔内缘间距，后测得两孔外缘间距，然后将两次测得的结果相加再除以 2 即可。也就是说，孔径不同时，内边缘和外边缘的平均值与孔中心距离相同。例如，有两个圆孔，一个圆孔直径为 10mm，另一个直径为 25mm，测得其内

缘间距为 300mm，外缘间距为 336mm，则孔中心距为  $(300 + 336) \div 2 = 318\text{mm}$ ，即轨道式量规测得的两个测量孔的尺寸为 318mm。

在使用轨道式量规进行测量时，要根据车身的标准尺寸来精准地测量汽车损伤，使车身结构修复至原来的尺寸。如果没有标准尺寸，则可用一辆没有损伤且是同一厂家、同一年份、同一型号的汽车作为校正受损汽车的参照。如果仅仅车身一侧受到损伤而且不严重，那么就可测得未损伤一侧的尺寸并以此作为损伤一侧的对照尺寸。

使用轨道式量规测量的注意事项有：

- ① 汽车上固定点，如螺栓孔的测量位置是中心；
- ② 点至点测量为两点间直线的距离测量；
- ③ 量规臂应与汽车车身平行，这就要求量规臂上的指针在测量某些尺寸时要设置成不同长度；
- ④ 某些标准车身数据要求平行测量，有些则只要求点至点之间的长度测量，而有的则两者都用。修理人员必须使用与车身表述的数据一致的测量方法，否则就很容易发生错误的测量；
- ⑤ 按车身标准数据测量损伤车辆所有点，损伤的程度通常用标准数据减去实际测量数据来表示。

(2) 中心量规。中心量规最常用的是自定心量规，自定心量规的结构同轨道式量规很相似，但它不用来测量。自定心量规可安装在汽车的不同位置，在量规上有两个由里向外滑动时总保持平行的横臂，可使量规在汽车不同测量孔上安装。量规（通常为 3 个或 4 个）悬挂在汽车上后，每一个横臂相对于量规所附着的车身结构都是平行的，将四个中心量规分别安置在汽车最前端、最后端、前轮的后部和后轮前部。

自定心中心量规测量的原理是找到车辆的基准面、中心面和零点平面等基准，找出它们的偏移量，在车身维修中只能做一个大体的分析，它不能显示测量的具体数据。具体到每一个尺寸的变形量的测量，则需要使用三维测量系统来测量。

(3) 麦弗逊撑杆式中心量规。可以测量出减震器拱形座或车身上部部件相对中心线平面和基准面的不对中情况。它一般安装在减震器的拱形座上，利用减震器拱形座量规就能观察到上部车身的对中情况。

麦弗逊撑杆式中心量规有一根上横梁和一根下横梁。下横梁有一个中心销，上横梁上有两个测量指针，指针的作用是将量规安装到减震器拱形座或上部车身上。上横梁一般是从中心向外标定的。

测量指针有两种类型：锥形和倒锥形。倒锥形量针带有槽口，以便在车身上安装（如在未拆卸螺栓头上安装）。指针一般用蝶形螺钉固定在套管上。指针的长度有很多种，以适用不同高度的测量。在使用不同高度的指针安装量规时，标尺的读数是不一样的。

在上下横梁之间有两根垂直立尺连接，上、下横梁的间距通过调整立尺的高度来达到。借助标准车身数据，维修人员可以利用连接上、下横梁的垂直立尺将下横梁设在基准面内，以便将减震器拱形座量规调整到正确的尺寸。在下横梁定位好后，上部定位杆应当处于减震器拱形座的基准点处。否则表明减震器拱形座已经受到损坏或者定位失准，维修人员就需要进行校正，以便使前悬架和车轮能正确定位。

麦弗逊撑杆式中心量规一般是用来检测减震器拱形座的不对中情况。另外，它还可以用来检测散热器支架、中立柱、车顶部和后侧围板的不对中情况。



## 6.2.2 机械式三维测量系统

### 1. 专用测量系统

(1) 专用测量系统的测量原理。专用测量系统的设计原理来源于车身的制造过程，在制造焊接过程中车身板件都固定在车身模具上，车身模具是根据车身尺寸制作的，通过模具可以对板件进行快速定位、安装、焊接等工作。专用测量工具根据车身上的主要测量点的三维空间尺寸，制作出一套包含主要测量控制点的测量头（也称为定位器）。在车身变形后，可以通过车身上每个主要控制测量点与它专用的测量头配合后，就能够确定测量点的尺寸已经恢复到位。专用测量系统的测量是把注意力放到控制点与测量头的配合上，而不是像其他测量系统那样要测量出数据，然后与标准数据对比才能知道尺寸是否正确。

一套标准的测量头由 4 ~ 25 个既可单独使用又可一起使用的专用测量头组成，很多测量头既可以与固定不动的机械部件结合使用，又可以和能够移动的部件结合使用。一套测量头一般可用来测量车身型号相同的汽车。

(2) 专用测量头的功能如下：

① 能够通过视觉确定出应该进行检测的测量控制点。如果测量控制点与专用测量头不相配合，就必须对失常的控制点进行校正；

② 可以同时对所有控制点进行测定，而不需进行具体的测量。所有控制点都校正准确之后，汽车上的转向系统、悬架及发送机装置等也就在正确的位置上了；

③ 再进一步校正，将受损部件调整到正确位置，它们就会与测量头正好吻合。这样就打破了用中心量规、轨道式量规或通用测量系统必须遵照的测量顺序；

④ 专用测量头测量系统可保证对零件进行焊接之前的定位。

(3) 专用测量头测量的方法。在整体式车身上，例如，对车身下部钢板和撑杆支柱总成的校正，其工作顺序如下：

① 将车身下部钢梁钢板固定在定位器上；

② 将撑杆支柱钢板安置并固定在钢梁上；

③ 将钢板钢梁焊接在正确的位置上。

这类专用测量头最大的优点是专用性，每一款汽车就有一套专用测量头，可以快速精准的修复车身；但它最大的缺点也是专用性，由于一套专用测量头只适用于一个车型，这就限制了它的应用范围。

随着现代汽车竞争的剧烈和车辆个性化的发展，车辆的品种越来越多，专用测量头已经不能满足多样性修理的需要，所以现在越来越广泛地应用通用测量系统。

### 2. 机械式通用测量系统

通用测量系统如门式通用测量系统、米桥式通用测量系统在现代车身修理中广泛应用。通用测量系统不仅能够同时测量所有基准点，而且又能使一部分测量更容易、更精准。

在测量时，只要将通用测量系统绕车辆移动，不仅能检查车辆所有基准点，而且能快速确定车辆上的每个基准点的位置。

正确安装测量系统的各个部件用测量头来测量基准点，如果车辆上的基准点与标准数据图上的位置不同，则车辆上的基准点可能发生了变形。如果测量头不在正确的基准点位置，

则车辆尺寸是不正确的。不在正确位置的基准点必须恢复到事故前的标准值，然后才能对其他点进行测量。

在开始任何测量工作前，要做以下准备工作：

(1) 拆下可拆卸的损坏件，包括机械部件和车身覆盖件；

(2) 如果损坏非常严重，则对车辆的中部或基础部分先进行粗略地校正，然后将中部基准点的尺寸恢复标准数值；

(3) 如果某些机械部件不需要拆除，对这些部件要进行必要的支撑。

米桥式通用测量系统主要由底部的米桥尺、横尺及测量头、门型立尺及上横尺，此外还有许多辅助测量头和安装各种用途量尺的固定器组成。对于机械式测量系统，它的测量精度达到  $\pm 1 \sim \pm 1.5\text{mm}$  才能作为一个合格的车身测量工具。

在测量时，首先建立起车辆和测量系统的基准，在测量桥或测量架上安装好横尺，将测量头安装在横尺上，就可以同时测量受损车辆上的多个基准点。

该测量系统的各个部件一般都是铝合金制造的，在使用过程中操作必须小心，轻拿轻放，以确保测量系统部件不被损坏。这种测量系统的精确度取决于测量头的位置和精确性。与轨道式量规比较，通用测量系统具有即时读取测量数据的优点。

在实际测量操作过程中，修理人员首先要用测量头来测量基准点。通过各基准点实际测量数据与标准数据相比较，就能很快地确定各个基准点所处的位置是否变形，如果车身上的基准点的数据超过  $\pm 3\text{mm}$  的公差，就必须对基准点先进行校正。

基准点找好以后，就可以利用安装在测量架上的测量头来测量车身上的各个测量点，如图 6.13 所示。根据每个车辆的标准数据，通过测量、对比数据的变化来判定车身部件是否变形，校正工作是否准确，或者更换部件的定位是否正确。



图 6.13 通用测量系统测量车身底部数据

### 6.2.3 电子式车身测量系统

电子测量系统使用计算机和专门的电子传感器来迅速、便捷地测量车身结构的损坏情况，性能好的电子测量系统能够在车身拉伸校正过程中给出实时的测量数据。

在测量系统计算机的数据库中，存储了大量的不同厂家、不同年代的车身图及数据，这些标准车身数据图可以随时被调出。系统就可以自动地将实际的测量值与标准值进行比较，不用再去人工翻查印刷数据手册或记录测量值，它们都在计算机屏幕上显示出来。车身电子测量系统主要有以下几种类型。

#### 1. 半机械电子测量系统

常见半机械半电子测量系统测量工具是一个类似轨道式量规的测尺，在量规上安装了位移传感器，在测尺上可以电子显示测量的高度、长度两个方面的数值，一次只能测量两个点之间的高度和长度或高度和宽度，然后把数据通过有线或无线传输到计算机的软件系统内，软件系统将测量的数据与系统内标准数据相比，可以得知测量结果。

这种测量系统在测量中每次只能测量一对控制点，不能同时测量多个控制点，同时不能随着测量点数据的变化而及时反映出来，需要不断反复测量不同的控制点来确定相关的正确性，操作比较烦琐，效率较低。

#### 2. 半自动电子测量系统

常见的半自动电子测量系统，使用自由臂方式进行测量，测量自由臂由一节可以转动的关节连接，自由臂可以在一个平面内  $360^{\circ}$  转动，自由臂的转动可以移动到空间的任意一个位置，在连接处有角度位移传感器，任何一个关节转动的任何一个角度会被传输记录到计算机上。自由臂的每个臂长是一定的，计算机会自动计算出自由臂端部到达的空间位置的三维数据尺寸。

自由臂测量系统只有一个测量臂，在测量中每次只能测量一个控制点，有的测量臂的端部是测量指针，控制点变形后则测量不准确（如测量一个孔的尺寸，它无法直接找到孔的中心，就需要测量孔的三个边缘才能测量出一个孔的尺寸，孔如有变形则测量不准确）。在有些自由臂测量系统中，配备了不同的测量头，测量起来接相对简单一些。

在实际拉伸修复中经常要同时监控多个控制点，而自由臂测量系统不能做到多点同步进行测量。在测量中要不断重复测量不同的控制点，否则有可能在拉伸中导致有些点拉伸数据的失控。每次拉伸后要进行控制点的测量，得到数据而不能随着拉伸的进程随时监控数据变化，容易导致过度拉伸而使修复失败。计算机接收系统在测量前需要进行调平，在测量过程中接收器的任何移动会导致基准变化而使测量数据不准确。

#### 3. 全自动电子测量系统

(1) 激光测量系统。激光测量系统包括反射靶、一个激光发射接收器和一台计算机。现代激光测量系统使用起来相对比较容易而且非常精确。它采用激光测量技术，由两个准分子激光发射器发射激光投射到标靶，每个标靶上有不同的反射光栅，通过接收光栅反射的激光束测量出数据并传输给计算机，由计算机通过计算可以得到测量点的空间三维尺寸。

激光系统提供直接且瞬时的尺寸读数。在拉伸和校正作业过程中，车辆的损伤区域和未

损伤区域中的基准点都可被持续监测。

将车辆装到校正架上之后，在车辆的中部下面放置激光发射接收器，然后将激光发射接收器的电缆插到计算机上。调出被修车辆的车身数据尺寸图。车身数据尺寸图可能有一个、两个或三个视图，一些图表还给出了发动机罩下面和车身上部的尺寸。

按照计算机的提示选择合适的数字标靶、标杆和磁性安装头，并安装到车辆上的测量点上。标靶和安装在测量孔上的磁性（或弹簧片）安装头通常存放在机柜里。磁性安装头（标靶座）将标靶固定在指定的位置或车辆的基准点上。弹簧片和可调节的安装头（标靶座）可以张大，便于安装在车身不同尺寸的孔上。

为了测量车身上部的各个点，要在悬架拱形座（挡泥板上冲压成形的减振器支座）上安装一个专用支架。在量针接触减振器拱形座上特定的点时，支架底部的标靶反射的激光就可以被激光发射接收器读取。

在车辆上安装好激光发射接收器和标靶之后，使用计算机对系统进行标定，然后再读取车辆的尺寸，通过一系列的计算机命令，测量系统就可以完成对结构损伤的精确测量。

（2）超声波测量系统。全自动电子测量系统中目前应用最广泛的一种是超声波测量系统，它的测量精度可以达到  $\pm 1\text{mm}$  以下，测量稳定、精确，可以瞬时测量，操作简便、高效。可以对车辆的预检、修理中测量和修理后检验等工作提供有效的帮助，现在也用在一些二手车交易中的车身检验工作。

超声波测量系统由超声波发生器、超声波接收器、控制柜（包括计算机，也称主机）及各种测量头的组成，测量点安装测量卡如图 6.14 所示，加长杠如图 6.15 所示。



图 6.14 测量点安装的测量头

发射器、测量头及测量头转接器安装到车身某一构件的测量孔上，接收器装在测量横梁上，发射器发送超声波，由于声音是以等速传播的，接收器可快速精确地测量声波在车辆上不同基准点之间传播所用的时间。计算机根据每个接收器的接受情况自动计算出每个测量的三维数据。

超声波测量系统操作相对简单，其操作步骤如下：

① 进入系统界面，选择语言的种类。为了方便各国的使用者，系统内安装了包括汉语在内的主要语言种类。

② 记录用户信息，包括车辆的信息和车主的信息，这些信息可以与后面测量的结果一

起存储，方便以后再次查询。



图 6.15 加长杆

③ 根据事故车的类型选择汽车公司、汽车品牌、生产年代，从数据系统内调出符合的车型数据图。

④ 选择测量基准。超声波测量系统在使用时，大大简化了操作过程。由于每个超声波发射器有两个发射源，接收装置也有多个，系统可以自动计算出宽度和高度的基准，不用再去人工调整。根据车辆的损坏情况来选择长度基准，若汽车前端发生碰撞则选择后面的基准点作为长度基准；若汽车的后端发生碰撞则选择前面的基准点作为长度基准；如果车身中部发生碰撞，则要对车身中部进行整修，直到车身中部四个基准点有三点的尺寸被恢复。

⑤ 测量点传感器的安装。根据车身的损坏情况来选择车身上哪些点需要测量，需要测量的点按照计算机的提示选择合适的安装头，计算机还可以显示要测量点的位置图片。把传感器通过合适的安装头来连接到车身，把传感器的连接线连接到选定的接口上。

⑥ 选择测量模式。模式选定后，计算机根据需要能自动地把测量的实际值、标准数值和两者差值显示出来。

⑦ 拉伸校正中的测量。超声波测量系统一次可以测量多个测量点，能同时对几个点测量监控。可以选择持续测量实时监控模式，系统会自动每隔很短时间发射一次超声波进行测量，并把最新的测量结果在显示器上实时刷新。在校正过程中，修理人员可以很直观地注意到车身尺寸的变化情况。超声波测量系统在测量过程中，测量不会相互干扰，系统每隔 1 ~ 2s 会自动重新测量一次，把环境对它的影响减小到最小。操作中不用调节水平，计算机自动找正，而且不会因为发射器、接收器的位置移动而改变数据。可以实现车辆碰撞修理前的预检、测量、定损，修理中的测量监控、修复后的数据存储及打印等工作。

## 6.3 车身测量

### 6.3.1 车身测量基准

像使用直尺测量数据一样，要有一个零点作为尺寸的起点。同样，车身三维测量也必须先找到长度、宽度和高度的测量基准。只有找到基准，测量才能顺利进行。

## 1. 基准面

基准面是一个假想的面，与车身地板平行并有固定的距离，如图 6.16 所示，基准面被用来作为车身所有垂直轮廓测量的参照面，汽车高度尺寸数据就是从基准面得到的测量结果。

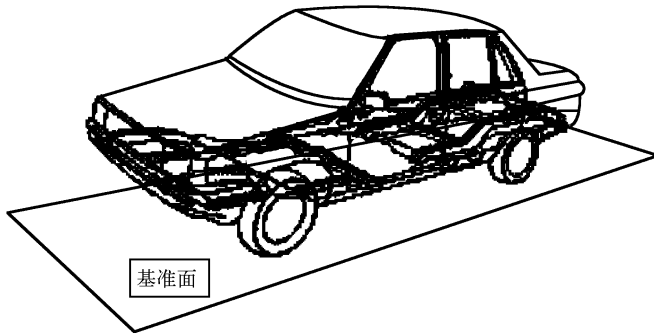


图 6.16 三维测量的高度基准面

由于基准面是一个假想平面，基准面高度增加或减小以使测量读数更方便，因此在实际的测量过程中，只要找到一个与基准面平行的平面为测量的基准面，而读取高度数值时只考虑所有的测量值与标准值的差距变化即可。

使用某些测量系统寻找高度基准时，要在车身中部找到两对对称而没有变形的测量点，通过测量一对测量点的高度，调整另一对测量点的高度，使两对测量点的实际测量值和标准数值的差相等。比如其中一对测量点的实际测量值和标准数值的差也是 50mm，那么整个车身的测量基准面与标准基准面的差距就是 50mm。我们在测量时只需考虑测量点的实际测量数据与标准测量数据的差值是否在  $50\text{mm} \pm 3\text{mm}$  内就可以了，而不用关心基准面在哪里。

由于测量基准面和车辆的基准面不一定相同，为了方便找到测量基准面，一般的做法是用四个高度相同的主夹具，将车身的夹持部位完全落入主夹具钳口内，并且把夹具高度位置锁紧，就以这时的车辆高度基准，而不用找到真正的车辆高度基准。例如，奔腾米桥式通用测量系统，在测量时把四个测量基准点的高度都调整到距某一平面 176mm，那么这个平面就是测量的基准面和车辆的基准面。在测量数据的高度时，不用再换算，直接的读数与标准值比较，在误差  $\pm 3\text{mm}$  内就可以了。

## 2. 中心面

中心面是三维测量的宽度基准，它将汽车分成左右对等的两部分，如图 6.17 所示。对称的汽车的所有宽度尺寸都是以中心面为基准测得的。大部分汽车都是对称的，对称意味着汽车右侧尺寸与左侧尺寸是完全相同的。

如果汽车不对称，这些尺寸就不同了。因此，校正不对称的汽车车身部件时，要使用车身数据图来不断测量和校正。

使用通用测量系统找中心面时，要在车身中部没有变形的部位找到两个没有变形的测量孔，将底部测量头对准要测量的孔，通过尺上的宽度读数可以知道两个孔到中心线的宽度，调整米桥尺（有时可能需要调整车辆的中心面与测量系统中心面对齐），直到两个宽度读数

相同并与标准数据一致。再找另外两个测量孔，重复以上操作，通过两对左右对称的测量点就能把车辆的中心面找到。

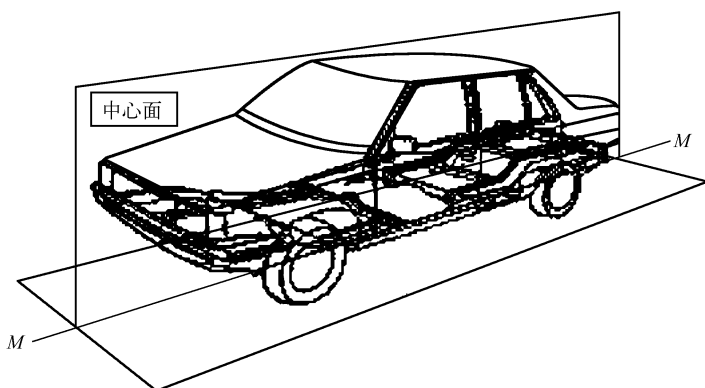


图 6.17 三维测量的宽度基准面

有些测量系统在找到中心时需要调整车辆或测量尺，把测量系统的中心与车辆的中心重合，以后测量得到的读数就是实际数值，有时要求测量系统的中心与车辆的中心平行即可，但要知道两个中心面的距离，测量点的宽度数值也要考虑这两个中心面距离的因素，否则可能读数错误。

### 3. 零平面

为了正确分析汽车损伤，一般将汽车看成一个矩形结构并将其分成前、中、后三部分，三部分的基准面称为零平面，如图 6.18 所示，这三部分在汽车的设计中已形成。不论车架式车身还是整体式车身结构，中部区域可用来作为观测车身结构对中情况的基础，所有的测量及对中观测结果都与中心零平面有关。在实际测量中，零平面也叫零点，是长度的基准。

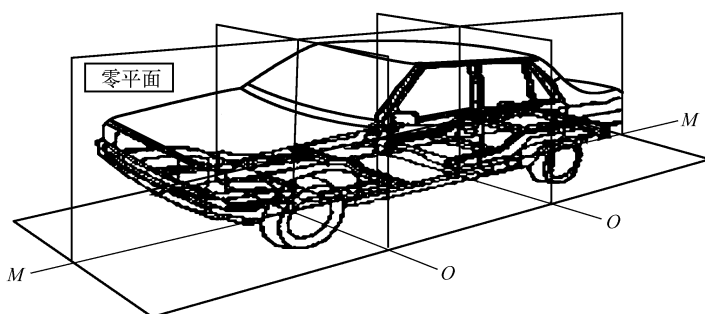


图 6.18 三维测量的长度基准面

首先应该测量中间段。如果中间段不方正，就移到车上未受损伤的一端找到位置正确的三个基准点。注意，要对车身进行准确测量，必须从至少三个已知确定的尺寸开始测量，这样做的目的是要测量车身的方正情况。如果汽车不对称，那么，为了测量的准确，就要参阅尺寸图表来进行测量。

通过检验损伤的部位，可以确定出需要测量的点的位置和范围。通常，车前端的碰撞会

引起车门轻度变形，其损伤范围不会超过中间段，因而无需测量后段。当发生严重的碰撞时，则应进行多样测量，以便能得到正确的变形状况，但是测量过多也会引起无谓的混乱。基准点间的距离可以用杆规或卷尺进行测量。

在实际测量工作中，高度基准面我们一般使用车身校正仪的平台平面，宽度中心面是车辆的中心面与测量系统的中心面重合或平行。长度的基准不在平台或测量尺上，而是在车身上，可以找到前或后的零平面作为长度基准，来测量其他测量点的长度数据。

### 6.3.2 车身的测量方法

#### 1. 用点对点测量方法测量车身尺寸

(1) 车身前部尺寸的测量。车身损伤变形的程度可用导轨式量规或卷尺来确定，其基本测量方法与前述相同。每辆车都有汽车制造厂提供的说明书，上面标出了车身上部最重要控制点的尺寸规格，可以通过测量这些点之间的尺寸，检验车身是否有变形或者校正是否到位。

由于受损汽车需要进行发动机罩前缘及前端部件调换，在修复的同时进行测量是合理的。即使仅仅车身的前右侧受到碰撞，汽车左侧通常也常常会受到损伤。因此，在测量之前必须检验变形的程度。如图 6.19 所示，给出了典型的前部车身控制点，对照标准数据就可以对其进行检验。

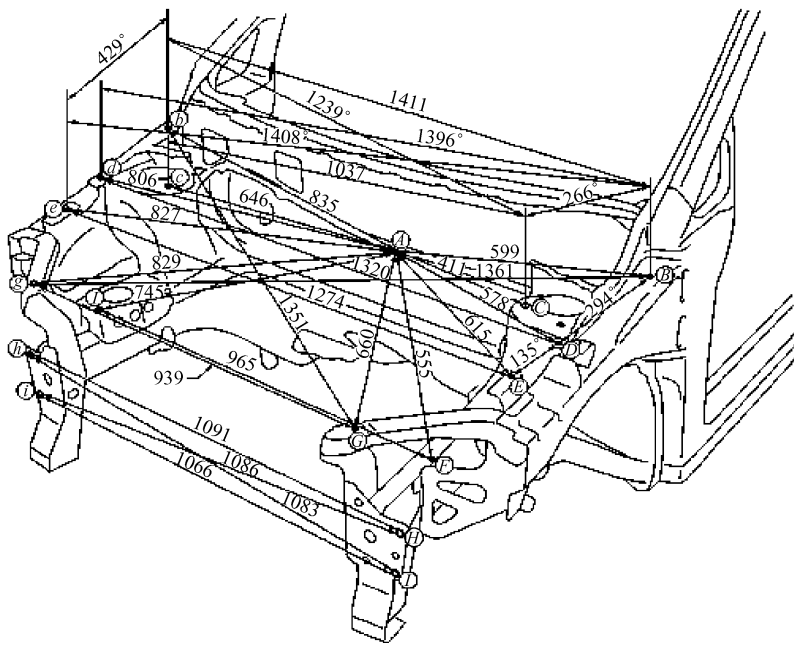


图 6.19 发动机室尺寸

检验汽车前端尺寸时，轨道式量规测量的最佳位置是悬架及机械元件上的安装点，因为它们对中的正确与否很关键。每一尺寸应该对照另外的两个基准点进行检验，其中至少有一个基准点要进行对角线的测量。通常，测量的尺寸越长，其精确度越高。例如，测量从车颈（前车身与中车身的交界处成为车颈）下端至发机底座前部之间的尺寸要比



测量车颈下端至另一侧车颈下端尺寸要好，因为它是在汽车较大范围内测得的一个较长尺寸。从每个控制点测得两个或多个数据既保证了更高的精度，又能够帮助辨别出钢板损伤的范围及方向。

(2) 车身侧面尺寸的测量。车身侧面结构的任何损伤都可以通过车门开关时的状态或通过检验车门周边缝隙的均匀来确定。找出车身变形所在的位置，应把注意力放在漏水的可能性上。这样，必须进行精确的测量。车身侧面的测量主要使用导轨式量规，其测量点，如图 6.20 所示。

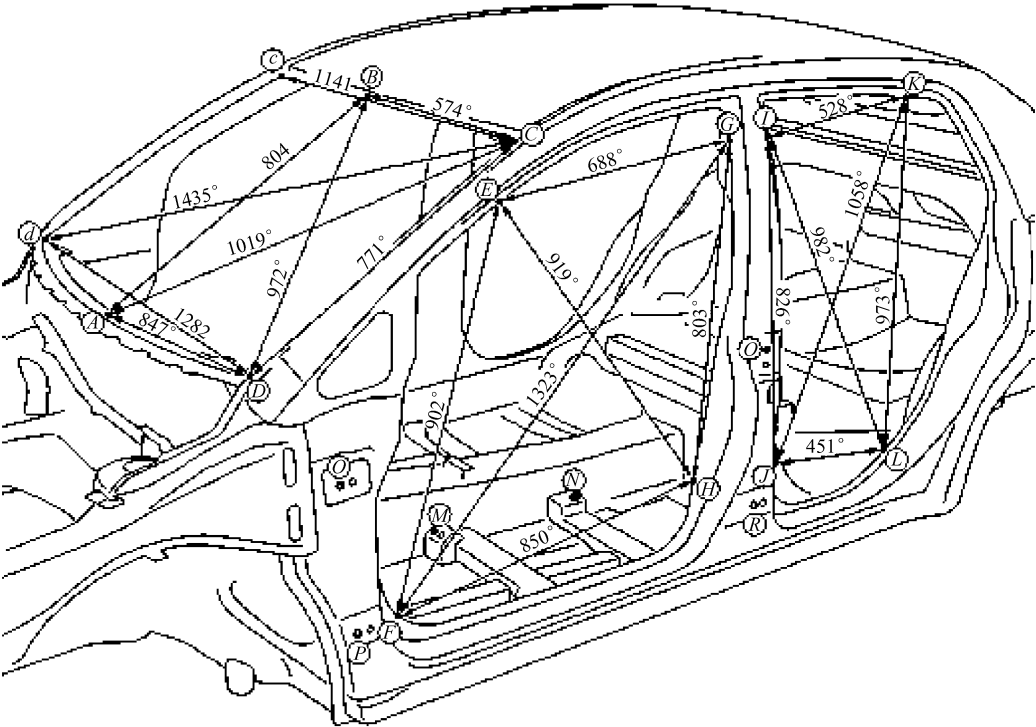


图 6.20 车身侧面尺寸

在进行点对点测量时，经常要利用车身的左右对称性。运用对角线测量法可检测出车身的翘曲，如图 6.21 所示。在发动机室及下部车身数据遗失、车身尺寸表上没有可提供的的数据或汽车在倾翻中受到严重创伤时，都可以使用对角线对比测量方法。

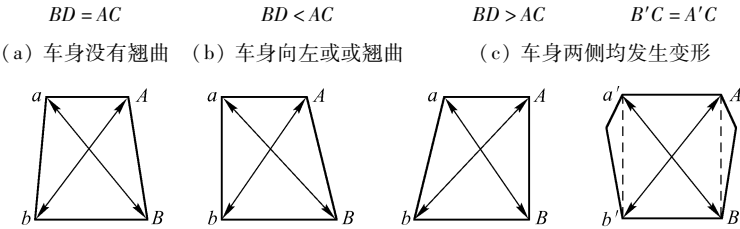


图 6.21 对角线测量

在检测汽车两侧受损或扭转情况时，不能仅仅使用对角线测量法，因为测量不出这两条对角线的差异。如果汽车左侧和右侧的变形相同，对角线长度相等，如图 6.21 (c) 所示，

此法就更不宜使用了。

在图 6.21 所示中,通过长度  $AC$ 、 $BD$  的测定和比较,可对损伤情况做出很好的判断,这一方法适用于左侧和右侧对称的部位,它还应与对角线测量法联合使用。

(3) 车身后部尺寸的测量。车身后部的变形大致上可通过行李箱盖开关缝隙的变化估测出来。为了确定损伤及漏水的可能性,有必要对如图 6.22 所示的测量点进行精确测量。后部地板上的皱折通常都由后部元件的扭弯造成的,因此,测量后部车身的同时,也要测量车身的底部。

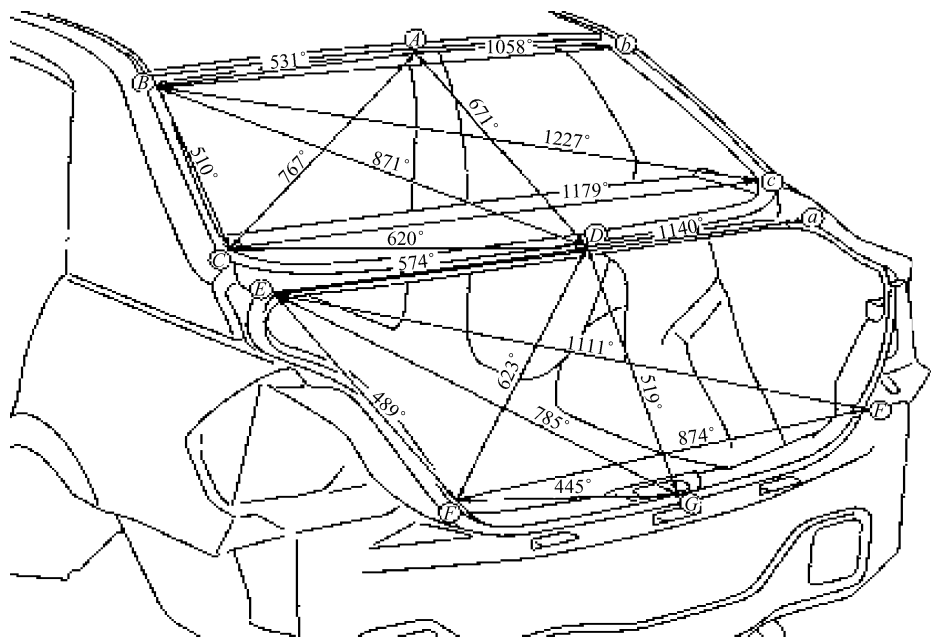


图 6.22 后部车身尺寸

## 2. 三维测量方法测量车身尺寸

车身的测量可以用以上介绍的几种机械和电子测量系统进行测量。量规式测量系统的测量方式不够精确,不能完全测量出车身上的每一个测量控制点的变形方向和大小。因为现在车身维修后的测量公差标准为  $\pm 3\text{mm}$ ,只有通过精准的测量系统才能够对车身进行精确的测量。

在测量时首先要具有所测车辆的标准数据。下面以米桥式通用测量系统为例,说明测量的过程。

### (1) 调整车辆基准与测量系统基准。

① 事故车被安装在车身校正仪上时,尽量要把车辆放置在平台的中部。调整四个主要夹具的位置和钳口开合程度,车身底部裙边要完全落入主夹具的钳口中。高度的基准按照要求调整到这套测量系统所要求的高度。

② 把测量米桥尺(梯形尺架)放入到车身底部,在长梯上安装固定座和测量头(按照图纸说明选择合适的量锥头),选择车身中部四个测量点,如图 6.23 所示,来进行定位测量。



图 6.23 安装测量标杆尺

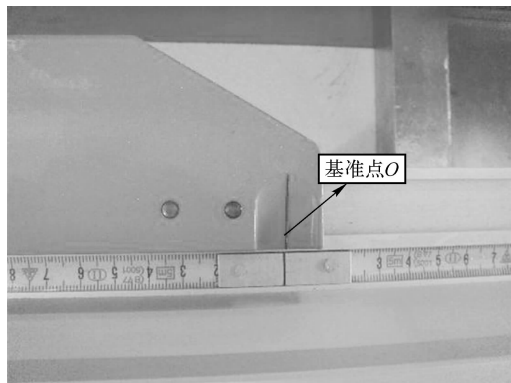


图 6.24 设置长度基准

③ 测量车身中部前后基准点的宽度尺寸，移动米桥尺（梯形尺架），使得前后两边基准点的宽度尺寸相等。这时说明测量系统的中心线和车辆的中心线是重合的。

④ 根据车辆的损坏情况，选择长度方向的基准点，如图 6.24 所示。如果汽车前部碰撞就选择后面的基准点作为长度基准点；如果汽车后部碰撞就选择前面的基准点作为长度基准点；如果汽车中部发生碰撞，就需要对车辆中部进行整修，直到中部四个基准点有三个尺寸是准确的，然后按照前后损坏的

情形选择前面或后面的基准点作为长度基准点。

(2) 测量方法如下：

① 根据车辆的损坏情况，确定要测量的点，在车身上找到要测量的那个点后，在图纸上找出相应的标准数据。

② 根据数据图的提示，在机柜内选择正确的量杆和量头，安装在中心线杆（横尺）上，把量头与要测量的测量点配合。量头的选择正确与否非常重要，选择错误的量头，那么测量的高度数据尺寸将是错误的。

③ 从梯形尺架上读出长度数据，从中心线杆（横尺）上读出宽度数据，从不同高度的量杆上读出高度数据。那么要测量的点的三维数据就出来了，与标准数据对比就可以知道数据的偏差。

④ 侧面数据的测量。根据图纸的要求把三角立尺放置在长米桥尺上，设置好立尺的长度基准。在立尺上安装刚性量规的安装座，把刚性量规安装好，把标尺安装在刚性量规上，把标尺筒安装在长标尺上，然后根据图纸要求选择合适的测量探头对侧面测量点或测量面进

行数据测量和对比测量。

⑤ 上部尺寸的测量。根据图纸的要求把三角立尺放置在米桥尺上，设置好立尺的长度基准。调整上横尺高度的基准，把上横尺安装在两个立尺上，然后把刚性量规安装在上横尺上。在刚性量规上安装标尺座，选择合适的标尺筒、标尺柱和量头，然后安装在标尺座上就可以对上部发动机室或行李箱的尺寸进行测量了。

⑥ 拉伸操作中的测量。在拉伸测量时，可以把测量头定在标准的宽度、长度和高度尺寸上，拉伸部件，直到要测量的点的尺寸达到标准值。用测量头可以同时测量几组要拉伸的数据，同时监控拉伸中数据的变化情况，保证修理后数据的准确性。

## 复习思考题

1. 车身测量的重要性是什么？
2. 车身数据图如何识读？
3. 车身测量的基准是什么？
4. 如何用点对点法进行车身测量？
5. 三维测量法的基准怎么调整和确定？
6. 三维测量的方法是怎样的？
7. 专用测量头的功能有哪些？如何选取？

# 第 7 章 车 身 校 正

## 学习目标：

1. 了解车身校正的重要性。
2. 熟悉车身校正设备。
3. 能正确操作校正设备。
4. 熟知校正过程中的安全事项。

## 7.1 车身校正基础

### 7.1.1 车身校正的重要性及原理

#### 1. 车身校正的重要性

车辆受到严重撞击后，车身的外覆盖件和结构件钢板都会发生变形。车身外覆盖件的损伤可以用锤子、垫铁和外形修复机来修理，但车身结构件的损伤修理仅仅使用这些工具是无法完成的。车架式车身的车架和整体式车身结构件是非常坚固与坚硬的，强度非常高，对于这些部件的整形，必须通过车身校正仪的巨大液压力才能够进行修复操作。使用车身校正仪可以快速精确地修理变形损坏的构件。

车身的校正和拉伸过程，以前是人力操作，是一种笨重的体力操作过程，现在已被巨大且平稳的液压力代替，使用现代化的车身校正设备来进行车身维修操作相对来说是比较容易的。车身校正仪如图 7.1 所示。



图 7.1 车身校正仪

车身校正的重点是“精确地恢复车身的尺寸与状态”，因为车身（特别是整体式车身）是车辆的基础，汽车的发动机、悬架、转向系统等都安装在车身上，如果这些部件安装点的尺寸没有校正到原尺寸，那么就会影响车辆的性能。

对于整体式车身而言，车身尺寸的精确度是车身修复过程中的一个关键因素。如果车身结构尺寸没有整形到位，仅仅通过调整或加垫片等方法把更换的钢板装好，把修整和其他机械方面的问题留给机修人员去做显然是不妥的。机械的调整手段仍然是必要的，但是只能做一些微小的调整，车身修理人员有责任把基本结构全部修复，只能将悬架系统和其他机械系统的微调留给这些领域的专门修理人员去处理。

车身碰撞后，虽然被修复好，但如果用户仍抱怨轮胎磨损异常、偏向某一边，经检查就可以发现前翼子板的安装处有扩大的裂纹，甚至车门铰链上有扩大的裂缝。要把车身外面的这些缺陷完全修复好，往往还是要花费大量的时间重新修理车身内部的一些毛病。不正确的车身和车架校正技术，是车身结构不能恢复到原来尺寸的主要原因。车身校正是一个非常重要的操作过程，车身校正工作的好坏直接影响到汽车的安全性、修理所用的时间，以及整车的修理质量。在车身校正时消除由于碰撞而造成的车身和车架上的变形和应力也是非常重要的。并不是所有的变形部件都可以校正后再继续使用的，有些部件特别是高强度钢制造的部件，其变形后内部的应力相当大，而且用常规的方法无法完全消除这些应力，所以就不能校正而需要更换。

## 2. 车身校正的基本原理

校正（拉伸）车身时，有一个基本原则，即按与碰撞力相反的方向，在碰撞区施加拉伸力。当碰撞很小，损伤比较简单时，这种方法很有效。

但是当损伤区有折皱，或者发生了剧烈碰撞，构件变形就比较复杂，这时仍沿着一个方向拉伸就不能使车身恢复原状。因为变形复杂的构件，在拉伸恢复过程中，其强度和变形也随着改变，因此拉伸力的大小和方向就需要适时改变。

因此，建议在校正拉伸时，要同时在损坏区域不同的方向上施加拉力。拉力加在与变形相反的方向是确定有效拉力方向的原则。

### 7.1.2 车身校正设备

#### 1. 车身修复校正设备的基本要求

车身修理中为了达到比较好的修复效果，必须使用有能力完成多种基本修复功能的校正设备。车身校正设备虽然种类繁多，但并不是每个称为车身校正仪的设备都能高效、精确、安全地修复好汽车车身。为了能够完成好车身修复工作，车身校正设备必须具备以下条件。

- (1) 配备高精度、全功能的校正工具。
- (2) 配备多功能的固定器和夹具。
- (3) 配备多功能、全方位的拉伸装置。
- (4) 配备精确的三维测量系统。

对于半架式或车架式车身的汽车，悬架系统和传动系统是直接安装在车架上的，如果车架结构已经过必需的校正，它们的安装位置也应该被校正。但是对于整体式车身的汽车，车

身是一个整体结构，一些校正参考点位于车身结构的上部，超过了一般的二维车架校正设备的能力范围。另外，车架式结构可以接受反复的拉拔过程，而整体式车身的薄板结构，要求一次就调好位置，反复拉伸会使板件破裂。因此对于整体式的车身修复，其校正设备必须能同时显示每一个参考点上非准直度（变形）的方向。这也是要求校正设备除了具备全方位的拉伸功能之外，还要配备一套精准的三维测量系统，能够监控、指导整个校正的过程。只有用这样的设备，车身修理人员才能够精确地确定拉伸校正次序，监控整个校正过程，并确定每个拉力的作用效果。

## 2. 地框式校正系统（地八卦）

在建造维修车间地面时就要把地框系统的锚孔或轨道用水泥固定在车间地板上，车辆可以直接在地框系统上或使用支架固定在地框系统上进行修理。车辆在地框系统上校正拉伸时要进行固定，其紧固力必须满足在拉力的大小和方向上同时保持平衡的要求。地框式校正系统在拉伸校正操作中配有手动或气动液压泵，并且还应配有一些液压顶杆（液压油缸）。用一根链条把顶杆连在汽车和支架上，通过支架把顶杆和链条支撑在槽架上。利用支撑夹钳，将汽车支撑在汽车台架上。车辆要安全地紧固在支座的夹钳上，链条一端连在支撑夹钳上，另一端勾住支架或轨道板，用链条拉紧器拉紧（链条拉紧器可以消除支撑链的间隙）。一般在车身下部的四个位置都要进行这样的固定，确保车辆在拉伸校正中保持稳定。

在拉伸时需要将液压顶杆装在顶杆座上，以便液压顶杆能够在需要的方向上施力。液压顶杆升到需要的高度，把链条拉紧并锁紧链条，链条钩在支架上。支架、液压顶杆及汽车上的拉伸点必须与牵拉方向成一条直线。将液压泵与液压顶杆连接，并把空气软管连接到气动液压泵上，启动液压泵，使链条拉紧，接下来就可以进行牵拉校正了。

地框式校正系统适合于小型的车身维修车间使用，因为当顶杆、主夹具和其他动力辅助设备被清理后，校正作业区就可以用做其他用途，有利于车间面积的充分利用。

地框式校正系统可以用一种称为加力塔架的装置，提供额外的拉力。在车身上进行校正操作时，加力塔架随时可以提供拉力。

## 3. L 型简易校正仪

L 型简易校正仪的牵拉装置装配有液压系统，在可移动的立架和支柱之间用链和夹钳牵拉被损坏的车身部分。因为容易搬运，这种装置很容易安放在损伤部位的牵引方向。但是这种类型的装置只能在一个方向上拉拔。因此，它只适合一些小的碰撞修复，对于复杂的碰撞变形不能进行精确修复。

## 4. 框架式专用型车身校正仪

在 20 世纪 90 年代之前，车辆的类型比较少，框架式校正仪使用专用测量头可以快速把车身变形点拉伸到标准位置，达到修复的目的，在欧洲曾广泛使用。

但是，由于现代车辆的多样性，导致了车身形式不断变化，修理时要配备的专用测量头也随之增加，维修的成本随之增高。因此，现在在校正修理中开始越来越多地应用通用型车身校正设备。

## 5. 平台式车身校正仪

平台式车身校正仪是一款通用型的车身校正设备，如图 7.2 所示，可以对各种类型、型号的车身进行有效校正。

平台式车身校正仪有很多种，但一般配有两个或多个塔柱进行拉伸校正。这种拉伸塔柱为车身修理人员提供了很大的自用地，可在绕车身的任何角度、任何高度和任何方向进行拉伸。其中很多平台式车身校正仪有液压倾斜装置或整体液压升降装置，利用一个手动或电动拉车器，将车身拉或推到校正平台的一定位置。

平台式车身校正仪同时也配备有很好的通用测量系统，通过测量系统精确的测量，可指导拉伸校正工作准确、高效地进行。

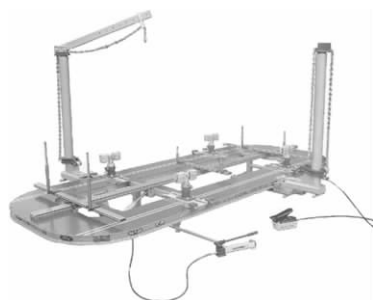


图 7.2 平台式车身校正仪

平台式车身校正仪主要由以下部分组成。

(1) 平台。平台是车身修复的主要工作台，拉伸校正、测量、板件更换等工作都在平台上完成。

(2) 上车系统及升降系统。通过上车系统和平台升降系统可以把事故车放置在校正平台上。上车系统包括车板、拖车器、车轮支架、拉车器（牵引器）等。液压升降机构把平台升起一定的工作高度。平台的工作高度有固定式和可调式，固定式平台一般为倾斜式升降，高度在 500 ~ 600mm；可调式平台一般为整体式升降，高度一般为 300 ~ 1000mm。

(3) 主夹具。维修前，固定在平台上的主夹具将车辆紧固在平台上，车辆、平台和主夹具成为一个刚性的整体，车辆在拉伸操作时不能移动。为满足不同车身下部固定位置的需要，主夹具结构有多种，双夹头夹具可以夹持比较宽的裙边部位，防止拉伸中损坏夹持部位；单夹头夹具的钳口开口很宽能够夹持车架。对于一些特殊车辆的夹持部位有特殊的设计，如有些车没有普通车的点焊裙边，像奔驰或宝马车就需要专门的奔驰、宝马夹具来夹持。

(4) 液压系统。车身拉伸校正工作是通过液压的强大力量把车身上的变形板件拉伸到位。校正仪上的气动液压泵，如图 7.3 所示，通过油管把液压油输送到塔柱内部的油缸中，推动油缸中的活塞顶出。气动液压一般是分体控制的，而比较先进的电动液压系统一般是集中控制的，由一个或两个电动泵来控制所有的液压装置，这样效率更高，故障率更低，工作平稳。

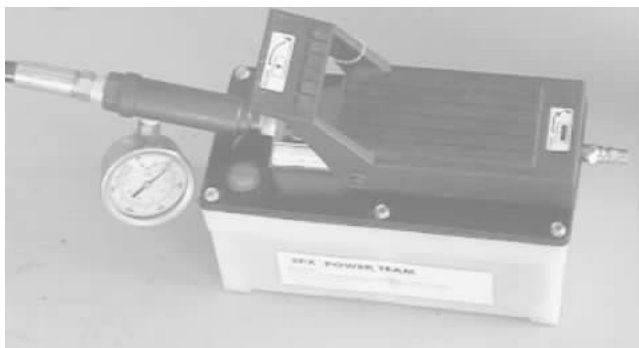


图 7.3 液压泵





图 7.4 拉伸用的钣金工具

(5) 塔柱拉伸系统。损坏板件的拉伸操作是通过塔柱实现的。塔柱内部有油缸，液压油推动油缸活塞，活塞推动塔柱的顶杆，顶杆伸出塔柱的同时拉动链条，在顶杆的后部有链条锁紧窝把链条锁紧，通过导向环把拉力的方向改变成需要进行拉伸的方向。导向环通过摩擦力卡在塔柱上。

(6) 钣金工具。钣金工具包括各种对车身各部位拉伸的夹持工具，如图 7.4 所示。

(7) 测量系统，测量系统是整个车身修复过程中不可或缺的。测量系统在车身测量一章中已介绍过，这里不再赘述。

### 7.1.3 车身校正安全注意事项

#### 1. 事故车上平台的操作

碰撞损坏的车辆在上到车身校正平台前需要拆除一些妨碍操作的车身外部覆盖件和机械部件。根据校正设备的升降类型，把平台一侧倾斜或整体降到最低高度，用手动或电动拉车器把车辆拉到平台上的合适位置。

#### 2. 事故车在平台上的定位

车辆上到平台上后，首先是找好车身与测量系统的基准，其次就是在校正平台上定位。因为测量工作要贯穿整个车身的维修过程，特别是使用机械式测量系统时，车辆在固定前必须要找好测量的三个基准。车辆在拉伸的过程中是不能有移动的，否则，测量基准一旦发生变化，只有在重新找到测量基准后才能进行测量。如果使用全自动电子测量系统就不需要测量基准的找正，因为计算机能自动找到测量的基准，如超声波测量系统。

测量的基准找到后，就可以对车辆进行固定，如图 7.5 所示，整体式车身在固定时至少需要四个以上的固定点。主夹具、车身固定好后，车身、主夹具和校正平台相互之间没有位移。在对车身紧固部件进行拉伸操作时，最好在拉伸方向的相反方向设置一个辅助牵拉装置以抵消拉伸的力量，防止夹持部位的部件损坏。

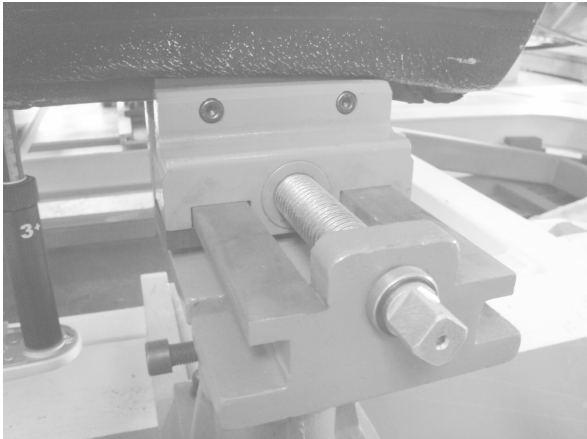


图 7.5 主夹具对车身和平台进行固定

### 3. 事故车的测量和拉伸

车辆在平台上定位后，就可以对车辆进行测量和拉伸校正工作了。

首先对碰撞部位进行简单的大致修整，有些部件碰撞中变形严重，这些部件可能不需要进行校正直接更换就行了。但这需要大致整形后来确定连接部件的损伤情况，确定哪些部件需要校正恢复形状，哪些部件必须更换。按照测量系统的使用方法来对车身进行整车检查（严重碰撞的车身），对变形部件进行测量，还需要知道受损板件变形的方向和大小。然后根据测量的结果来对损坏的部位进行拉伸校正。拉伸指的是用液压矫正设备将损伤的金属件拉回原来的形状。开动液压系统链条就会慢慢地将损伤部位拉正。

### 4. 拉伸操作中的安全事项

使用校正仪时，不正确的操作可能对人员、车身和校正仪都造成损伤，因此要注意以下安全规则。

(1) 根据所用设备的说明书，正确使用车身校正设备。

(2) 严禁非熟练人员或未经过正式训练的人员操作校正设备。

(3) 车辆固定时要保证主夹具夹钳齿咬合非常紧固，车辆被牢靠地固定在平台上。

(4) 拉伸前汽车要装夹牢固，检查主夹具固定螺栓和钳口螺栓是否紧固牢靠。

(5) 一定要用推荐型号和级别的拉伸链条和钣金工具进行操作。

(6) 拉伸时钣金工具要在车身上紧固牢靠，链条必须稳固地与汽车和平台连接，以防在牵拉过程中脱落。避免将链条缠在尖锐器物上。

(7) 向一边拉伸力量大时，一定要在相反一侧使用辅助牵拉，以防将汽车拉离校正台。如汽车前端只有一个辅助固定，会在拉伸过程中对汽车产生一个偏转力矩，使车身扭转。而汽车前端通过两个辅助固定后，拉伸过程中就不会对车身产生偏转力矩了。

(8) 操作人员在汽车上面和汽车下面工作时，不要用千斤顶支撑汽车。

(9) 严禁操作人员与链条或牵拉夹钳站在一条直线上。因为当链条断裂、夹钳滑落、钢板撕断时，特别是在拉伸方向可能会造成直接的伤害事故。在车外进行拉伸校正时，人员在车内工作是很危险的。

(10) 用厚防护毯包住链条或用钢丝绳把链条、钣金工具固定在车身的牢固部件上，如图 7.6 所示，万一链条断裂，可以防止工具、链条甩出对人员和其他物品产生损伤。



图 7.6 拉伸中安全绳防护

(11) 在拉伸时要把塔柱与平台的固定螺栓紧固牢靠，否则拉伸中塔柱滚轮移动装置会受力损坏，可能导致塔柱突然脱离平台造成人员和物品的损伤。

(12) 塔柱使用链条进行拉伸时，链条在顶杆的锁紧窝锁紧，链条不能有扭曲，所有链节都呈一条直线。导向环的固定手轮是在拉伸前固定导向环高度的，当拉伸开始后要松开手轮，手轮松开后，一旦链条断裂，导向环自由向下滑落，防止链条向左右甩出。

## 5. 拉伸操作中的车身防护

在进行牵拉校正之前，应对车身和一些部件进行保护，其事项如下。

(1) 拆卸或盖住内部部件（座位、仪表、车垫等）。

(2) 焊接时用隔热材料盖住玻璃，座位、仪表和垫（特别在进行惰性气体保护焊接时，这种保护更为必要）。

(3) 拆除车身外面的部件时，用棉布或保护带保护车身以防擦伤。

(4) 如果油漆表面擦破，必须修复好，因为油漆表面的小小瑕疵就可能造成锈蚀。

## 7.2 车身校正方法

### 7.2.1 车身校正前的准备

先要根据测量和损坏分析的结果来制定精确的碰撞修理程序（工艺），然后按照已定好的程序完成车身修理操作。

#### 1. 车身损坏分析

特别是对整体式车身应进行详细的测量和车身损坏分析，在损坏分析上多花一点时间，分析得越详细、越彻底，修复计划就做得越完善，整个车身修复的质量、效率就越高。

#### 2. 车辆部件的拆除

在拉伸校正开始之前，应该拆去车上妨碍校正的部件。有些外覆盖件需要拆卸，有些机械部件也需要拆卸。因为整体式车身的损伤容易扩散到较远处，经常扩散到一些意想不到的地方，有些甚至就藏在这些部件或系统里面，只有拆除这些部件才能更好地找出损伤。

拆卸汽车零部件要注意以下事项：

(1) 只拆卸那些为了接近车身需要修理的部位而必须拆除的部件。过去将整体式车身汽车放在校正台之前，要拆去悬架、传动装置、发动机和水箱等总成。不过现在有了定位器和发动机机架等辅助设备，如果损伤不是非常严重，可以不进行拆卸。

(2) 在进行修复前，要仔细研究车身结构、损伤位置和损伤程度，决定拆去什么保留什么，以及如何拆卸更为方便。

(3) 有时在将汽车放在校正台上之前拆去某些部件，为了容易接近需要校正的部件和区域。

(4) 更换结构件比修理这些结构件需要拆除更多的部件。要花时间认真研究发动机、传动系统和悬架的安装位置，看这些部件本身是否损坏。在拆卸部件时应以单元的形式来拆

卸，这样可以减少拆卸的时间。

### 3. 确定修复方案

虽然可以目测车身损坏的情况，但是只有通过精确的测量才能够确切知道车身损坏的程度和变形范围。确定了整体式车身结构的损伤程度并完全弄清楚了损伤区域之后，才能够制定出完善合理的修复方案，然后才可以进行牵拉和校正。车身主要控制点尺寸在拉伸中始终要不断进行测量和监控，以保证修复的准确性。

### 4. 制定拉伸程序

制定修理（牵拉）程序时，应遵循两条基本规则，以保证通过最少量的拉伸校正来修复损坏部件的变形，并且不会造成进一步的车身结构损伤。

（1）按与碰撞损坏相反的顺序修理碰撞时出现的损伤（先里后外），即最后出现的损伤要最先修理，最先出现的损伤要最后修理。

（2）以碰撞相反的方向来设计拉伸校正的顺序。

## 7.2.2 车身校正

### 1. 单拉系统（单向拉伸）

整体式车身的拉伸校正和车架式车身的拉伸校正有很大的不同。通过一系列单向拉伸，通常就可以将车架式汽车整平和校直。简单的朝一个方向拉伸，对车架式车身的校正具有相当好的效果。车架式车身的车架金属板厚度在3mm以上，可以承受反复的拉伸，一般不会发生拉伸过度或拉断的现象。

在整体式车身损伤较轻的表面可以使用简单的单向牵拉。在牵拉修理结构复杂部件的损伤时，一定要注意防止与其关联的那些未损伤的或已修复的部件受到拉伸，以免造成不应有的损伤，甚至无法修复的结果。为了避免发生这类情况，需要辅助牵拉和定位，使用复合牵拉系统。

### 2. 复合牵拉系统（多点拉伸）

整体式车身特别是大量使用高强度钢板的整体式车身，结构复杂，碰撞力容易扩散到整个车身，而且整体式车身大部分的板件都比较薄，高强度钢板在变形后内部有更多的加工硬化，在修理过程中，这些变形的板件恢复形状需要更大的力，当只用一个拉力拉伸校正变形部件时，变形还没有恢复，但是钢板已经被撕裂了，所以整体式车身的部件在拉伸时要求有多重拉力。这要求在每次拉伸校正过程中，尽量要找到两个或更多的拉伸点和方向。

复合牵拉具有支撑和牵拉的能力。在修复整体式车身的二次损伤时需要这种能力。使用复合牵拉系统，能对任何牵拉进行严格控制，并大大改进牵拉的精确度。

复合牵拉方式可以完成下面一些工作。

（1）可以同时从三点或四点上，精确地按所需方向成功地进行牵拉，对整体式车身修复程度进行必要的控制。

（2）多点的复合牵拉，极大地减少了每个点上所需的力，大的拉伸力通过几个连接点加以分散，因此减少了薄钢板被拉断的危险。

### 3. 车身（车架）的定位

(1) 车架式车身定位。车架式车身的车架定位可以采用在车架的固定孔（位于车架的架梁上）内放置适当的塞钩进行定位。为使塞钩与车架梁对中，需要用垫块进行调整，或者使用链条张紧器调整。为防止牵拉力过大造成损伤，建议在孔上焊接加强垫片后再拉伸。

(2) 整体式车身的定位。对于整体式车身，必须用多点固定的方式。至少需要四个固定点，根据车身结构及拉伸的部位，有时还需要另外的固定点。

在拉伸时可在车身坚固的梁上焊接若干固定夹，并利用这些固定夹将车身辅助固定，以防止与之相连的、不能拉伸的部件损伤。

### 4. 车身校正钣金工具的使用

为了更好的对整体式车身进行拉伸修复，针对车身不同部位的变形修复设计了多种钣金工具，可以对车身进行有效的拉伸修复。

在使用钣金工具时必须注意正确的使用方法，否则会损伤夹具和车身。在拉伸时必须使拉力方向的延长线通过夹齿的中间，否则夹钳有可能受扭转的力而脱开，还会对钳口夹持的部位造成进一步的损伤。在设计牵拉夹钳进行多点牵拉时，需要充分发挥想象力和创造力。

在进行牵拉校正准备工作时，钣金工具不可能正好夹持在变形区域，如果遇到这种情况，可暂时在需要拉伸的部位焊一小块钢板，修复之后，再去掉钢板。

### 5. 拉伸校正的程序

拉伸校正程序就是从混在一起的众多小问题中，找出修理的先后次序，找出第一个需修复的板件开始修复，然后再修复第二个板件。

整个拉伸校正的程序在车身损坏分析制定修理计划的过程中虽然已经安排好了，但在具体的校正修理过程中可能还需要根据具体情况做相应的调整。

整个车身在修理时，要用“从里到外”的顺序完成修理过程。因为车身尺寸的基准在车身中部，需要先对车身中部进行整修，使中部车身尺寸恢复，以它们为基准再对前部或后部的尺寸进行测量和校正。而不是车身前部损坏就先修理前部部件，后部损坏就先修理后部部件。

一个部件在受到损伤后，可能存在三个方向的损伤，那么整修的顺序是：

- (1) 首先校正长度。
- (2) 然后校正宽度。
- (3) 最后校正高度。

整个拉伸校正的过程，具体到每一个变形板件的拉伸校正时，拉伸校正的程度是由损坏部件的尺寸决定的。拉伸前需要知道每个受损部件变形的方向的大小，这需要准确的测量来决定，通过三维测量数据和标准对比可以知道变形的大小和方向。

对一个受损板件进行拉伸校正操作时，要用拉力使金属板件恢复到原先的形状，金属在受到外力时首先发生弹性变形，超过一定力量后才会发生塑性变形。在每一次的拉伸中，即使车身被牵拉至超过预定尺寸，车身部件也会由于弹性变形的存在而只是部分地恢复尺寸。因此，在拉伸时应预先估计其金属回弹、弹性变形量，并在拉伸过程中，留有一定的余量。不要试图一次就把变形拉伸到位（完全回到标准尺寸），变形的金属板内部存在加工硬化

(内部应力), 如果不把加工硬化消除, 拉伸的回弹量会很大, 大力的拉伸也会使板件由于加工硬化而破裂。每一个板件的修复需要很多次的拉伸操作, 每一次拉伸时, 只使受损板件产生少量的变形, 然后卸力、测量, 检查一下板件变形的程度, 还有多少尺寸没有恢复, 再重复拉伸、测量、检查的工作过程, 直到板件的尺寸恢复到标准尺寸的误差范围内。

## 6. 拉伸校正操作

(1) 塔柱拉伸。现在的车身校正仪都使用液压的巨大推力通过塔柱内的液压油缸, 拉动拉伸链条, 导向环变换拉力的方向, 通过配备在塔柱上的顶部拉伸杆和下拉式装置可以对车身进行长、宽、高三个方向的拉伸。使用塔柱的链条对固定在车身上的钣金工具进行拉伸, 可以进行多点、多向的拉伸。在拉伸时要注意塔柱必须固定牢靠, 不能移动, 否则有可能会对校正仪本身产生损害。

(2) 液压顶杆拉伸。由于校正设备配备情况不同, 有些设备只配备有一个或两个塔柱, 为了在拉伸校正中实现多点向拉伸, 还需要补充一些液压顶杆和链条来进行辅助拉伸。

使用液压顶杆进行拉伸时, 拉伸链条、液压顶杆、车身的拉伸点和链条固定点形成一个简单的三角形拉伸图。液压顶杆延长时, 三角形的一边增长, 因为链条锁紧在液压顶杆上, 所以引起顶杆向一个方向倾斜, 当顶杆倾斜到新的位置时, 受损的部件就会被拉伸。

在拉伸中根据拉伸部位的高度来调整链条和液压顶杆的长度和高度, 链条一端固定在汽车的钣金工具上, 调整液压顶杆的接管长度, 以便达到恰当的高度。如果顶杆与链条固定点之间的链条超过了垂直状态, 就必须马上停止拉伸, 否则链条端部的固定点和顶杆支撑点部位可能出现过载, 导致链条断裂。

## 7. 拉伸操作的要领

(1) 由于整体式车身的强度比较高, 同时对热很敏感, 不要试图一次拉伸就可以完成拉伸校正操作, 而要通过一系列的反复拉伸操作: 拉伸→保持平衡(消除应力)→再拉伸→再保持平衡(消除应力)。在这样一个循环往复的操作过程中, 车身金属板可以有更多的时间恢复变形, 有更多的时间使金属松弛(消除加工硬化的应力), 有更多的时间测量检查和调整拉伸校正的进度。

在拉伸开始时, 要慢慢地启动液压系统, 仔细观察车身损坏部位的移动, 看变形是否与需要的变形相吻合, 是否在正确的方向上变形。如果不是, 要检查原因, 调整拉伸角度后再开始。在拉伸到出现一定变形后要停止并保证拉伸拉力, 然后用锤子不断锤击损伤区域以消除应力, 如图 7.7 所示, 卸载使之松弛, 然后再次拉伸并放松应力。

(2) 车身的每个部件都有足够的强度来承受载荷, 但在拉伸中钣金工具的夹持部位由于夹持的面积小, 会在夹持部位产生非常大的压强, 导致夹持部位的板件损坏或断裂。在对一个部位施加拉力比较大时应该多使用一些夹钳, 将拉伸力分散到板件的更大区域。拉伸一个部位用两个夹钳时可以允许比使用一个夹具时增加一倍的拉力。

(3) 车身部件的拉伸要从靠近车中心的部分向外进行, 当靠近中部部件的控制点尺寸到位以后, 可以用一个辅助固定夹, 再拉伸下一段没有完全恢复尺寸的部分。如果已经拉伸校正好的部位不进行辅助固定, 在拉伸下一段时可能影响已修复好的部位。

(4) 在拉伸时要一边间歇地施加拉力, 一边检查车身部件的运动, 确定拉力在损坏部位是否有效。如果看不到任何效果, 就要考虑改变拉伸方向或拉伸的部位。



图 7.7 锤击消除应力

(5) 对于靠近交叉部位的弯曲，如纵梁的弯曲，可以夹住弯曲内侧表面进行牵拉。拉力的方向应与通过零部件原始位置的方向相同。

(6) 如果损坏部件一些部位折皱、折叠得太紧，内部的加工硬化太严重，在拉伸时板件有被撕裂的危险。如果这些部件在吸能区就不能进行维修了，需要进行更换。在部件拉伸时有时需要对其加热放松应力。加热时要注意，只能在菱形处或两层板件连接得较紧的地方加热。如果在车身纵梁或在箱形截面部分加热，只能使其状态进一步恶化。加热只能作为消除金属应力的一种手段，而不能把它作为软化某一部分的方法。现代车身一般不推荐在高强度板件上用焊炬加热，但有时可以小心地用焊炬加热（温度在  $200^{\circ}\text{C}$  以下）。

## 8. 防止过度拉伸

产生过度拉伸的原因一般有两个。

(1) 在修复中没有遵循“先里后外”的拉伸原则，导致修理程序的混乱，修理好的板件在其他变形板件进行修理时会影响其尺寸，即原先已经校正好的板件长度长了，超过了原始尺寸。

(2) 在校正过程中没有经常地、精确地测量拉伸部位的尺寸，没有很好地控制拉伸的程度，这就可能导致过度拉伸。

可以将一块钢板拉长，但不可能通过推压使其缩短。任何损坏的钢板，在拉伸校正之后，超过了极限尺寸，就很难再被收缩或压缩了。过度拉伸的唯一修理方法就是把损坏的板件更换。为了防止产生过度拉伸而损坏整体式车身，在每一次拉伸校正过程中，都要对损伤部位的校正进程进行测量、监控。

## 7.2.3 车身校正后应力的消除

### 1. 金属内部的应力

拉伸校正的目的是将损坏的车身恢复到原来的形状，但是恢复到原来形状的金属会由于再一次变形使内部加工硬化（应力）的程度加重，从车身表面上看已经修复好了，但钢板

内部的状态并没有恢复。车身恢复的目的也要使金属恢复到原来的状态。

外形和状态是不同的，有些能变回原来的外形，而不能恢复原来的状态。在拉伸校正过程中，需要解决两个问题。

(1) 恢复车身的原来形状。

(2) 消除或减少由于事故使车身板件反复变形积累的应力，恢复板件原来的状态。

如果金属在碰撞中弯曲得厉害，板件外侧的晶粒受张力而严重扭曲，内侧的晶粒则受压力而扭曲。由于超过了金属的弹性极限，金属会产生塑性变形。在变形的部位有大量的应力存在，以保持住这种状态。如果拉伸校正的金属板外形恢复后，允许这些有微小变形和不均匀晶粒的存在，而不考虑其状态，晶粒并没有随着板件外形的改变而改变晶粒排列状态，金属内部还会有大量的应力存在。

## 2. 金属内部应力的消除

外形修复到与原形接近的金属板，其晶粒仍处于扭曲状态，形成新的扭曲区域。一般用可控制的加热方法（一般在 200℃ 以下）和锤击，晶粒能被激活，重新松弛后恢复到原来状态。加热和外力使金属板恢复到原来的状态，减少了应力，使金属板尽可能地恢复平直，并且保持它原来的状态。在进行高强度钢板的应力消除时尽量不要采用加热的方式。

## 3. 车身校正后应力的消除

大多数应力消除是冷作用，不需要很多热量，假如需要加热，需要加以控制。

加热通常会产生某种程度的氧化或一定量的氧化皮，还会产生脱碳作用。氧化皮影响损坏金属的表面光洁度，脱碳作用引起表面软化，严重影响疲劳寿命。氧化皮的量很大程度上取决于加热的时间和温度。加热件背面氧化皮的厚度总是比暴露与火焰的正面要厚一些。火焰层直接接触表面由于有燃烧气体保护，不致氧化，但背面一旦达到适当的温度，就会氧化。同一部位每次重新加热，都会产生更多的氧化皮。

如果损坏部分需要加热，必须严格遵守汽车生产厂家维修手册上的建议。例如，在整体式车身梁上加热时，应仅在梁的角上加热。加热后不能用水或压缩空气冷却加热区，必须让它自然冷却。快速冷却会使金属变硬，甚至变脆。监视加热的最好办法是用热蜡笔或热敏涂料。用热蜡笔在冷件上作标志，当达到一定的温度时，热蜡笔记号就会溶解。热蜡笔相当准确，比维修人员用眼观察颜色变化确定温度要更精确的多，用热蜡笔的误差为  $\pm 1\%$ 。

## 复习思考题

1. 车身校正的原理是什么？
2. 车身校正安全注意事项是什么？
3. 拉伸操作的注意事项是什么？
4. 车身校正后为何要进行消除应力处理？
5. 过度拉伸有何危害，怎样防止过度拉伸？
6. 如何正确使用钣金拉伸工具？
7. 车身校正前应该做哪些准备？
8. 平台式车身校正仪由哪些部分组成？



# 第 8 章 车身的连接与焊接

## 学习目标：

1. 了解车身连接的几种形式和拆卸方式。
2. 掌握焊接技术，能进行焊接操作。
3. 能对焊接质量进行分析。

## 8.1 车身板件的连接

将汽车车身上的金属零部件连接在一起的方式有两大类：可拆卸连接方式和不可拆卸连接方式。

### 8.1.1 车身可拆卸连接

可拆卸连接方式有以下几种。

#### 1. 螺纹连接

螺栓螺母连接如图 8.1 所示；螺栓焊接螺母连接如图 8.2 所示；螺钉卡扣连接如图 8.3 所示；自攻螺钉连接如图 8.4 所示。

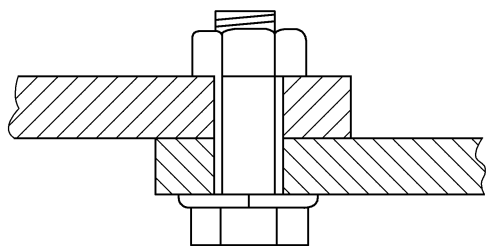


图 8.1 螺栓螺母连接

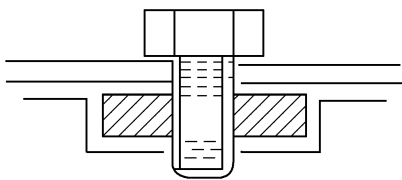


图 8.2 螺栓焊接螺母连接

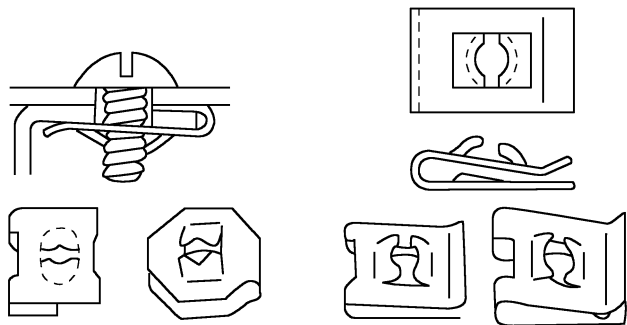


图 8.3 螺钉卡扣连接

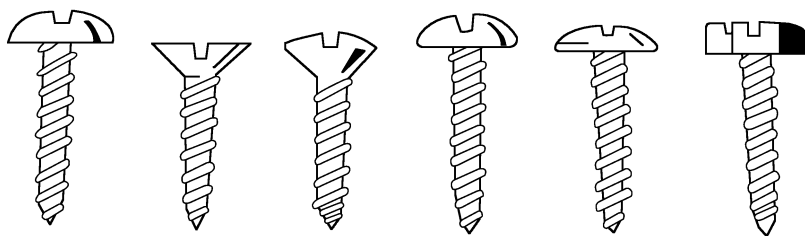


图 8.4 自攻螺钉连接

## 2. 卡扣连接

卡扣连接用来安装室内装饰件、装饰条，外部装饰件、线路等，如图 8.5 所示。

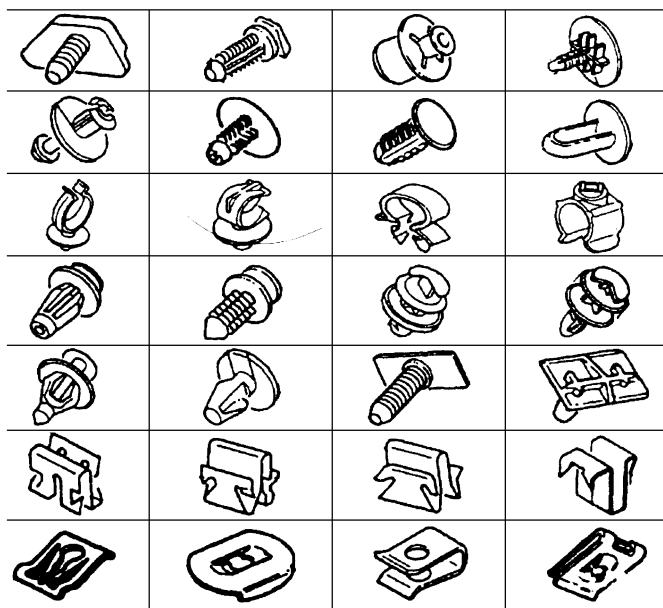


图 8.5 卡扣连接

## 3. 铰链连接

铰链连接用来连接车门、发动机罩、行李舱盖等需要经常开关的部件，如图 8.6 所示。

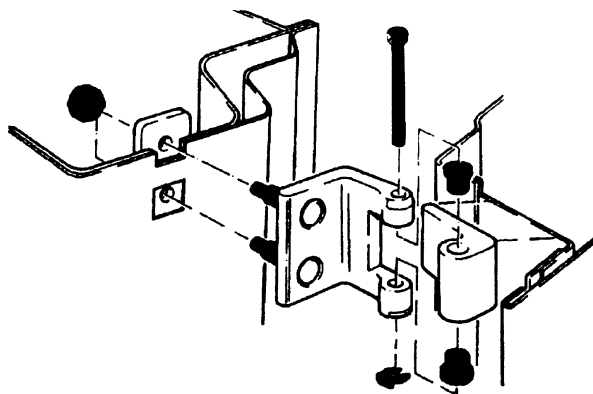


图 8.6 铰链连接

## 8.1.2 车身不可拆卸连接

### 1. 折边连接

用来连接车门内外板、发动机罩内外板、行李舱盖内外板等，如图 8.7 所示。

### 2. 铆钉连接

用来连接车身上不同材料（当使用其他方式不能有效连接时）如图 8.8 所示，或者用来连接铝、镁或塑料车身等。



图 8.7 折边连接

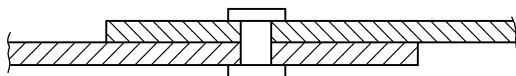


图 8.8 铆钉连接

### 3. 黏结连接

主要用于车身需要密封的板件，一些车身大面积面板，铝车身板件，塑料车身件等，如图 8.9 所示。黏结一般不单独使用，而是配合螺栓、铆接、电阻点焊、折边连接等方式一起进行连接。

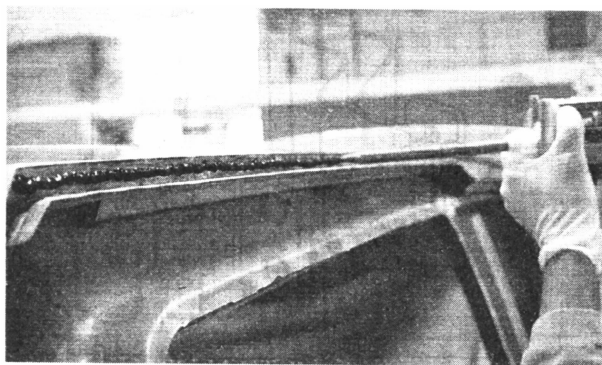


图 8.9 黏结连接

### 4. 焊接连接方式

焊接是对需要连接的金属板件加热，使它们共同熔化，最后结合在一起的方式。

#### (1) 焊接种类

① 压焊。压焊是通过电极对金属加热使其熔化，并加压使金属连接在一起。在各种压焊方法中，电阻点焊是汽车制造业中最常用的焊接方法。但它在汽车修理业中应用还较少。

② 熔焊。通过电弧或火焰等方式将金属件加热到熔点，使它们熔化连接在一起（通常采用焊条、焊丝）。

③ 钎焊。在需要焊接的金属件上，将熔点比它低的金属熔化（金属件不需熔化）而进行连接。根据钎焊材料熔化的温度，可分为软钎焊和硬钎焊。钎焊材料的熔化温度低于450℃的是软钎焊，高于450℃的是硬钎焊。

如图 8.10 所示，每一类焊接方法又可具体分为多种焊接方式，其中只有几种焊接方式可用于车身修理。

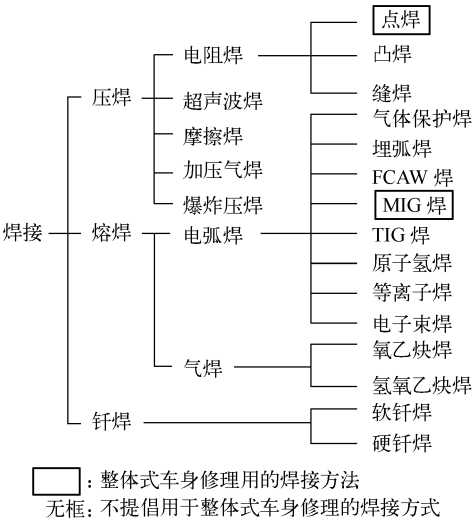


图 8.10 各种焊接方法

在修理受碰撞而损坏的汽车时，对一些新更换的板件就需要使用焊接的方法来修理。

(2) 焊接方式的特点

- ① 由于焊接的形状不受限制，它适合于连接整体式车身结构，焊接后仍可保持车体的完整性。
  - ② 可减轻质量（不需要增加接合件）。
  - ③ 对空气和水的密封性能好。
  - ④ 生产效率高。
  - ⑤ 焊接接头的强度受到操作者技术水平的影响比较大。
  - ⑥ 如果焊接中产生的热量过多，周围的板件将会变形。
- 下面对车身修理中使用的一些焊接类型进行介绍。

8.2 焊接

8.2.1 氧气乙炔焊接

氧气乙炔焊接是熔焊的一种形式，将乙炔和氧气在一个腔内混合，在喷嘴处点燃后作为一种高温热源（大约 3000℃），将焊条和工件熔化，冷却后工件就熔合在一起了。

由于氧气乙炔焊接操作中要将热量集中在某一部位，热量将会影响周围的区域而降低钢板的强度，因此汽车制造厂都不赞成使用氧气乙炔焊来修理车身。但氧气乙炔焊接在车身修理中有其他的应用，如进行热收缩、硬钎焊和软钎焊、表面清洁和切割非结构性零部件等。

# 1. 氧气乙炔焊接设备

(1) 气瓶。钢制气瓶如图 8.11 所示，分别装有氧气、乙炔气体。

(2) 调节器。各种调节器如图 8.12 所示，用来将气瓶的压力减小到一定值，并保持稳定。

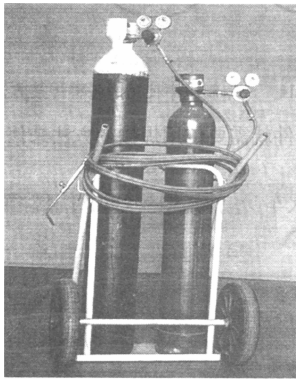


图 8.11 氧气、乙炔气瓶

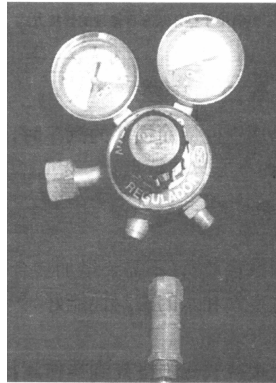


图 8.12 气压调节器

(3) 软管。各种软管从各调节器、气瓶处将氧气和乙炔输送到焊炬处。

(4) 焊炬。如图 8.13 所示，将气瓶内流出的氧气和乙炔在焊炬体内以适当的比例混合并产生火焰，这种火焰能够将钢熔化。

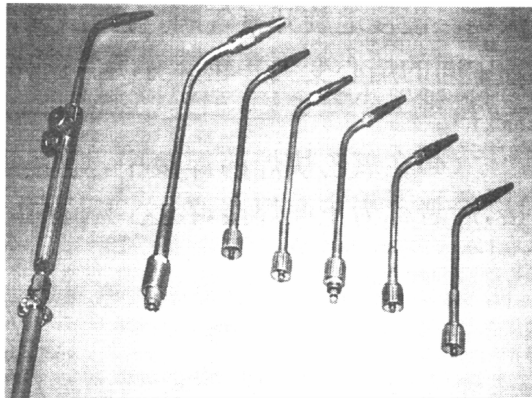


图 8.13 不同规格的氧气乙炔焊炬

## 2. 氧气乙炔火焰的类型

氧气乙炔的火焰作为焊接和切割的热源，根据两种气体的比例不同产生不同的火焰，不同配比的火焰有着不同的用途。

(1) 中性焰。标准的火焰称为中性焰，如图 8.14 所示。当氧气和乙炔的体积混合比为 1:1 时，产生中性焰。这种火焰有非常透明的焰心，焰心外层被明亮的蓝色火焰包围。

(2) 碳化焰。碳化焰又称为剩余焰和收缩焰，如图 8.15 所示。混合气中乙炔量略多于氧气量时，燃烧生成的火焰为碳化焰。碳化焰和中性焰的不同之处在于它由三部分组成：它的焰心和外层火焰都和中性焰相同，但在这两层火焰之间，有一层淡色的乙炔包围在透明焰

心的外面。乙炔焰心的长度随着气体混合物中乙炔量的多少而变化。碳化焰的温度较低，用于焊接铝、镍和其他合金，在车身修理中可以进行热收缩、清洁油漆等工作。

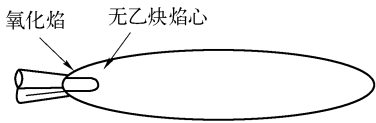


图 8.14 中性焰

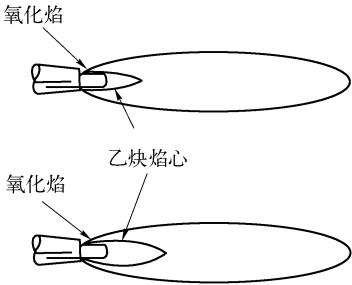


图 8.15 碳化焰

(3) 氧化焰。混合气中氧气略多于乙炔时，燃烧生成的火焰为氧化焰，它的乙炔焰心较短，其颜色比中性焰较浅，而且边缘模糊。氧化焰通常会使熔化的金属氧化，所以不能用来焊接钢材而是用来切割金属，但它可以用来焊接黄铜和青铜。

### 3. 氧气乙炔焊焊炬的调整操作

氧气乙炔焊不能用来焊接现代的车身，但可以用来对非结构性板件上钎焊过的焊缝进行钎焊、清洁油漆层，对结构性部件进行大体切割等。焊炬使用按以下步骤进行调节。

- (1) 将合适的喷嘴安装在焊炬的前端。
- (2) 分别将氧气和乙炔调节器调节到适当的压力值。
- (3) 将乙炔阀旋开约半圈并点燃气体的，然后继续旋开压力阀，直到黑烟消失并出现红黄色火焰。慢慢地旋开氧气阀，直到出现带有淡黄色透明焰心的蓝色火焰。进一步旋开氧气阀，直到中间的焰心变尖并轮廓分明。这种火焰成为中性焰，可用来焊接低碳钢（如部分汽车外部覆盖件）。
- (4) 在氧气乙炔焊的焊接中，焊炬可朝向焊缝或背向焊缝操作如图 8.16 所示，前者称为逆向焊接，后者称为正向焊接，在这两种操作中焊炬和焊条的角度要有所调整。

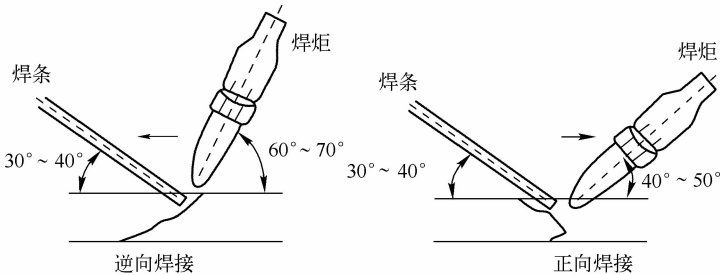


图 8.16 氧气乙炔焊接的操作

如果向火焰中加入乙炔或减少氧气，便形成碳化焰。  
如果向火焰中加入氧气或减少乙炔，便形成氧化焰。

### 8.2.2 惰性气体保护焊

现在车身中的纵梁、横梁、立柱等结构件都是应用高强度钢或超高强度钢制造，惰性气

体保护焊（MIG）在焊接整体式车身上的高强度钢板方面比其他常规焊接方法更适合，当今汽车上使用的新型高强度钢不能用氧气乙炔或电弧焊进行焊接，而广泛应用惰性气体保护焊。

## 1. 惰性气体保护焊的特点

与电弧焊和氧气乙炔焊相比，惰性气体保护焊有许多优点，不管是在高强度钢构件及整体式车身的修理中，还是在车身外部覆盖件的修理中，都可以使用惰性气体保护焊。

惰性气体保护焊有下列优点：

（1）操作方法容易掌握。操作者只需受到几个小时的指导并经过练习，就可学会并熟练掌握惰性气体保护焊设备的使用方法。与高级电焊工采用传统的焊条电弧焊相比，普通的惰性气体保护焊都可以做到焊接的质量更高、速度更快、性能更稳定。

（2）惰性气体保护焊可使焊接板件 100% 地熔化，因此，经惰性气体保护焊焊接过的部位可修平或研磨到与板件表面同样的高度（为了美观），而不会降低强度。

（3）在薄的金属上焊接时，可以使用弱电流，预防热量对邻近部位的损害，避免了可能发生的强度降低和变形。

（4）电弧平稳，熔池小，便于控制，确保熔敷金属最多、溅出物最少。

（5）惰性气体保护焊焊接更适合焊接有缝隙和不吻合的地方。对于有若干处缝隙，可迅速地在每个缝隙上点焊，不需要清除熔渣，焊后可以很方便地将这些部位重新上漆。

（6）一般车身钢板都可以用一根通用型的焊丝来焊接。

（7）车身上不同厚度的金属可用相同直径的焊丝来焊接。

（8）惰性气体保护焊机可以方便地控制焊接的温度和焊接的时间。

（9）采用惰性气体保护焊焊接，对需要焊接的小区域的加热时间较短，因而减少了板件的疲劳和变形。因为金属熔化的时间极短，所以能够轻松进行立焊和仰焊操作。

汽车制造业现在大量使用高强度钢板，而高强度钢板和其他薄钢板比较好的焊接方法就是惰性气体保护焊焊接法，所以现在车身修理中广泛应用惰性气体保护焊。在用惰性气体保护焊进行车身修理时，能够达到快速、高质量的焊接要求。用氧气乙炔焊焊接后顶侧板平均耗时约 4h，而用惰性气体保护焊来进行同样的工作只需约 40min。

惰性气体保护焊不局限于车身的修理，还可以焊接排气结构、各种机械的底座、拖车的牵引装置、载货车的减振装置以及其他可用电弧焊或气焊的地方，都能达到良好的焊接效果。惰性气体保护焊还可用于各种破裂的变速器壳体、汽缸和进气管等铸铝件的焊接。

## 2. 惰性气体保护焊的原理

惰性气体保护焊使用一根焊丝，焊丝以一定的速度自动进给，在板件和焊丝之间出现电弧，电弧产生的热量使焊丝和板件熔化，将板件熔合连接在一起，这就是惰性气体保护焊的工作原理，如图 8.17 所示。

在焊接过程中，惰性气体对焊接部位进行保护，以免熔融的金属受到空气的氧化。惰性气体的种类由需要焊接的板件而决定，钢材都用二氧化碳（CO<sub>2</sub>）或二氧化碳和氩气（Ar）的混合气体作为保护气体。而对于铝材，则根据铝合金的种类和材料的厚度，分别采用氩气或氩、氮混合气体进行保护。如果在氩气中加入 4% ~ 5% 的氧气作为保护气，就可以焊接不锈钢。

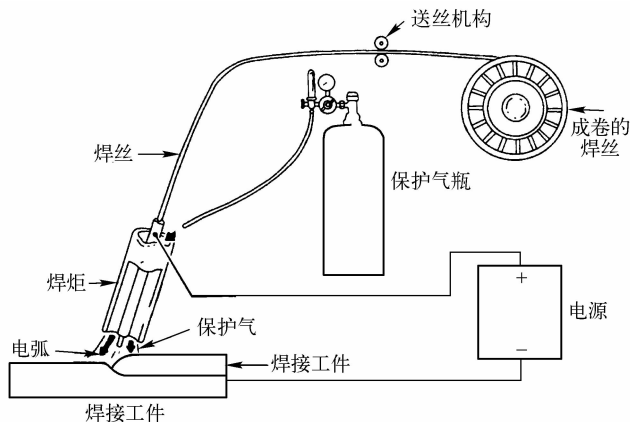


图 8.17 惰性气体保护焊工作原理

惰性气体保护焊有时又称做二氧化碳保护焊（俗称二保焊）。其实惰性气体保护焊采用完全的惰性气体（如氩气或氮气）作为保护气体。二氧化碳不完全是惰性气体，准确地说二氧化碳保护焊应该称为活性气体保护焊（MAG）。大多数车身修理中都采用二氧化碳或二氧化碳和氩气的混合气体作为保护气体，人们还是习惯用惰性气体保护焊来概括所有的气体保护电弧焊接。许多焊机都是既可使用二氧化碳（活性气体），又可使用氩气（惰性气体），只需要更换气瓶和调节器就可以了。

惰性气体保护焊焊接的工作过程如下：

- (1) 焊丝在焊接部位经过瞬间的短路、回烧并产生电弧。
- (2) 每一次工作循环中都产生一次短路电弧，并从焊丝的端部将微小的一滴液滴转移到熔化的焊接部位。
- (3) 在焊丝周围有一层气体保护层，它可防止大气的污染并稳定电弧。
- (4) 连续进给的焊丝与板件相接触而形成短路，电阻使焊丝和焊接部位受热。
- (5) 随着加热的继续进行，焊丝开始熔化，变细并产生收缩。
- (6) 收缩部位电阻的增加将加速该处的受热。
- (7) 熔化的收缩部位烧毁，在工件上形成一个熔池并产生电弧。
- (8) 电弧使熔池变平并回烧焊丝。
- (9) 当电弧间隙达到最大值时，焊丝开始冷却并重新送丝，更接近工件。
- (10) 焊丝的端部又开始升温，其温度足以使熔池变平，但还不能够阻止焊丝重新接触工件。因此，电弧熄灭，再次形成短路，上述过程又重新开始。
- (11) 这种自动循环产生的频率为 50 ~ 200 次/s。

### 3. 惰性气体保护焊焊接设备

惰性气体保护焊设备，主要由下列基本部分组成。

- (1) 带有流速调节器的保护气气源，如图 8.18 所示，用以防止焊接熔池受到污染。
- (2) 送丝装置。有单轮和双轮两种，如图 8.19 所示，对送丝的速度进行控制。
- (3) 焊丝。车身修理中使用的焊丝种类是 AWS—ER70S—6，使用焊丝的直径为 0.6 ~ 0.8mm。目前使用最多的是直径为 0.6mm 的焊丝，它原先是一种特制的焊丝，现在可以很容易买到。直径很细的焊丝可以在弱电流、低电压条件下使用，这就使进入板件的热量大为减少。



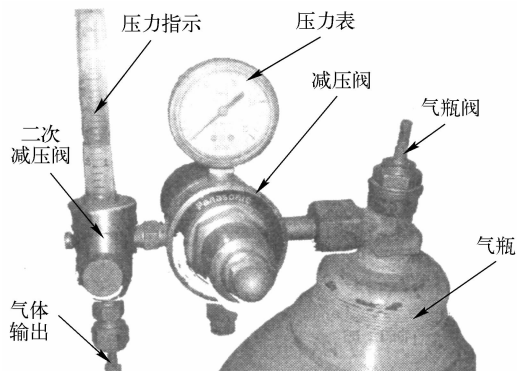


图 8.18 带流速调节器的保护气气源

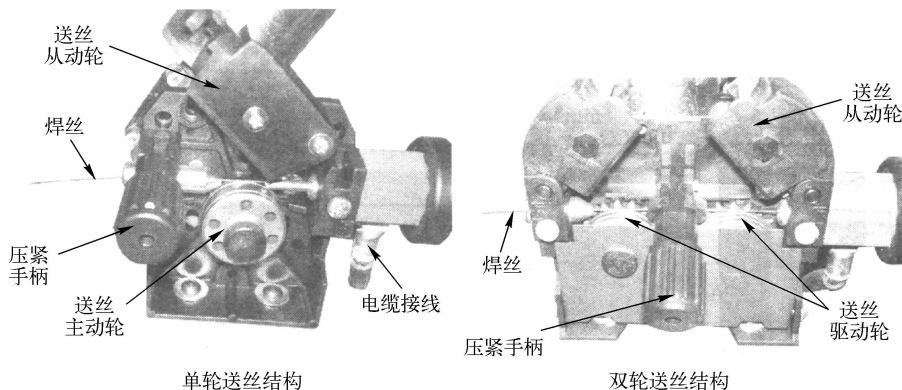


图 8.19 单轮和双轮的送丝装置

(4) 焊机电源。电源的核心是变压器，它把 220V 或 380V 的电压变成只有 10V 左右的低电压，同时电流会变得很大。鉴于焊接对电源的要求，必须使用具有稳定电压的电源。用于汽车车身修理的电源比一般工业焊机的要求要高，因为焊接薄金属板时的输出电流、电压要稳定，否则会影响焊接质量。

(5) 电缆和搭铁接线装置。焊接的部位要与搭铁接线连接形成电流回路。

(6) 焊枪，也称为焊炬，如图 8.20 所示。将焊丝引导至焊接部位，在焊枪上有启动开关，焊枪前部主要有喷嘴和导电嘴。

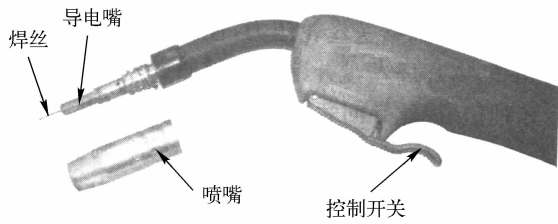


图 8.20 焊枪

(7) 保护气。修理车身时，焊接一般用二氧化碳或二氧化碳和氩气的混合气体（气体的比例为：75% 的氩、25% 的二氧化碳，这种混合气体通常被称为 C—25 气体）来进行保

护。采用二氧化碳气体保护除使焊接熔深和焊缝加大外，还会使电弧变得比较粗糙且不够稳定，以及焊接时的溅出物增加。所以，在较薄的材料上进行焊接时，最好使用氩气或二氧化碳混合气。

(8) 控制面板如图 8. 21 所示。通过控制面板可进行电压、电流、送丝速度调节，同时可以进行点焊和脉冲点焊功能的控制。

4. 惰性气体保护焊焊机的安装调整方法

(1) 按照焊机说明书的规定，将惰性气体保护焊焊机的电缆与电网相连接。

(2) 气瓶内有高压，在搬动时要注意不要碰撞气瓶。最好用链条或带子将气瓶固定在底座上，使气瓶和惰性气体保护焊机连接在一起。也可将气瓶安装在墙壁、柱子等处。安装调节器时，一定要遵守安全规则。

(3) 将搭铁安放在车身金属件焊接部位附近清洁的表面上，形成一个从焊机到工件，然后再回到焊机的焊接回路。不能将搭铁当成接地装置，焊机应自带地线。

(4) 按照设备说明书的规定安装并调整送丝装置中的各元件。

对送丝装置的调整通常可按下列步骤进行：

① 安装焊丝。如图 8. 22 所示为焊丝的安装。先用手将焊丝送进约 300mm，保证焊丝能够顺利地通过送丝管和焊枪。

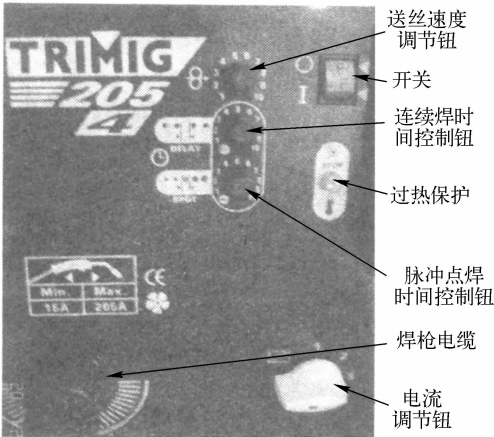


图 8. 21 焊机的控制面板

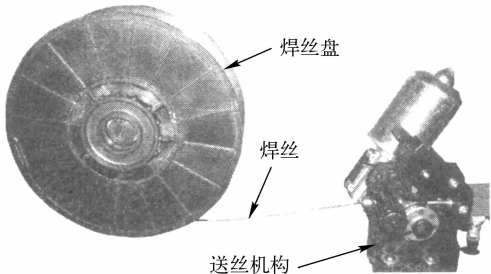


图 8. 22 焊丝的安装

② 适当调整送丝轮压力，使焊丝得到足够的推力，能够离开焊丝盘并穿过送丝管及焊枪。确保送丝轮轴槽、焊丝导向装置、送丝管和焊枪的导电嘴的尺寸都与所使用的焊丝的尺寸相一致。调节送丝轮的压力，当焊丝在喷嘴受阻不能进给时，焊丝可以在送丝轮上打滑。但送丝轮的压力不能太大，如果压力过大焊丝会变形，在送丝管内产生螺旋效应，会导致送丝不稳定。

(5) 电源的极性调整。电源的极性对于焊接熔深起着重要的作用。直流电源的连接方式一般为直流反向极性连接，即焊丝为正极、工件为负极，采用这种连接时，焊丝熔深最大。如果焊接的材料非常薄，应以正向极性连接方式进行焊接，焊丝为负极而工件为正极，焊接时在焊丝上产生更多的热量，工件上的焊接熔深较浅。采用正向极性的缺点是：它会产生许多气泡，需要更多地抛光。

5. 焊接用固定夹具

大力钳、C 形夹钳、薄板螺钉、定位焊夹具或各种专用夹具，都是焊接过程中必不可少的工具。在焊接前要用焊接夹具把所要焊接的部件正确地夹在一起。在无法夹紧的地方，常用锤子和铆钉将两块金属板固定在一起，如图 8. 23 所示。

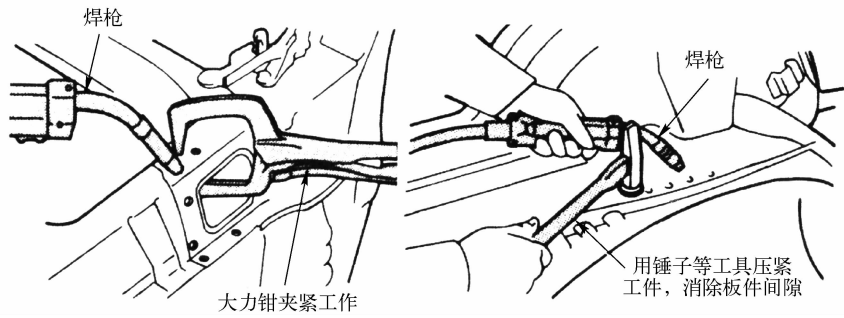


图 8. 23 焊接前的夹钳定位

在有些情况下，一块金属板的两边不能同时夹紧。这时，可采用一种简单的方法，就是用一些薄板金属螺钉将两块金属板固定在一起，以便在焊接过程中得到适当的定位。在用薄板金属螺钉将两块金属板固定在一起之前，应在两块金属板上打一些孔，一般将孔打在金属板上离操作者最近的地方。焊接完成后，要对这些孔进行塞焊。

在某些情况下，虽然焊接夹具将需要的两块金属板对准了，但是不能保持焊接部位所需要的夹紧力，这时应采用一些另外的夹紧装置来确保两块金属板能够紧密地固定在一起。

6. 惰性气体保护焊的焊接位置

在车身修理时，焊接位置通常由汽车上需要进行焊接部件的位置决定，如图 8. 24 所示，焊接参数的调整也会受到焊接位置的影响。

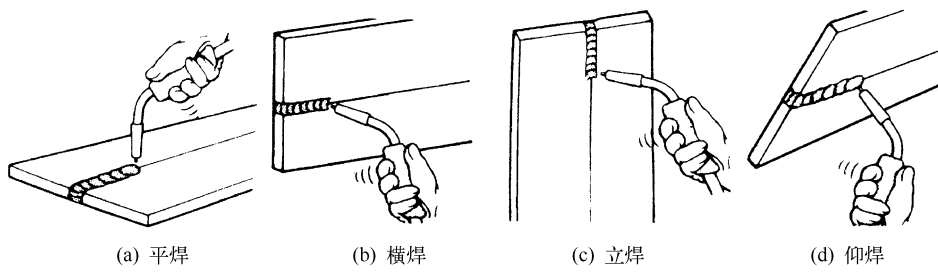


图 8. 24 各种典型的焊接位置

(1) 平焊。如图 8. 24 (a) 所示，平焊一般容易进行，而且它的焊接速度较快，能够得到最好的焊接熔深。对从汽车上拆卸下的零部件进行焊接时，尽量将它放在能够进行平焊的位置。

(2) 横焊。如图 8. 24 (b) 所示，水平焊缝进行焊接时，应使焊炬向上倾斜，以避免重力对熔池的影响。

(3) 立焊。如图 8.24 (c) 所示, 垂直焊缝焊接时, 最好让电弧从接头的顶部开始, 并平稳地向下拉。

(4) 仰焊。如图 8.24 (d) 所示, 最难进行的焊接是仰焊。仰焊容易造成熔池过大的危险, 而且一些熔融金属会落入喷嘴而引起故障。在进行仰焊时, 一定要使用较低的电压, 同时还要尽量使用短电弧和小的焊接熔池。将喷嘴推向工件, 以保证焊丝不会向熔池外移动。最好能够沿着焊缝均匀地拉动焊炬。

在实际的车身焊接操作中, 我们尽量要采用平焊或横焊的方式来操作, 以达到最好的焊接效果。不能进行这两种焊接操作的, 有时只要把焊接部件转换一个角度就可以进行了。

## 7. 惰性气体保护焊的各种基本焊接方法

### (1) 惰性气体保护焊的基本焊接方法

① 定位焊。如图 8.25 所示, 这种方法实际上是一种临时点焊, 就是在进行永久性焊接前, 用很小的临时点焊来取代定位装置或薄板金属螺钉, 对需要焊接的工件进行固定。和定位装置或薄板金属螺钉一样, 定位焊是一种临时性的措施。各焊点间的距离大小与板件的厚度有关, 一般其距离为板件厚度的 15~30 倍, 如图 8.26 所示。定位焊时要求板件之间要正确地对准。

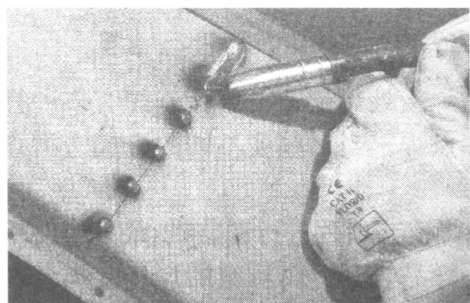


图 8.25 定位焊

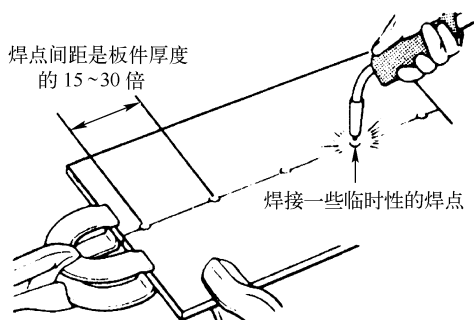


图 8.26 定位焊的焊点间距

② 连续焊。如图 8.27 所示, 焊枪缓慢、稳定地向前运动, 形成连续的焊缝。操作中保持焊枪的稳定进给, 以免产生晃动。采用正向焊法时, 连续地匀速移动焊炬, 并经常观察焊缝。焊枪应倾斜  $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$ , 以便获得最佳形状的焊缝、焊接线和气体保护效果。导电嘴到板件之间应保持适当的距离, 焊枪应保持正确的角度。如果不能正常进行焊接, 原因可能是焊丝太长。焊丝过长, 金属的焊接熔深将会减小。为了得到适当的焊接熔深, 以提高焊接质量, 应使焊枪靠近板件。平稳、均匀地操纵焊炬, 将得到高度和宽度恒定的焊缝, 而且焊缝上带有许多均匀、细密的焊波。

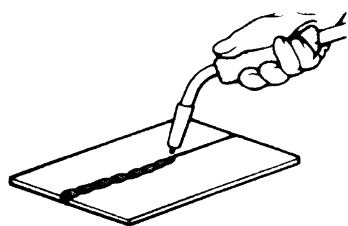


图 8.27 连续焊

③ 塞焊。如图 8.28 所示, 进行塞焊时, 应在外面的一个或若干个板件上打一个孔, 电弧穿过此孔, 进入里面的工件, 这个孔被熔化的金属填满, 如图 8.29 所示, 板件被焊接在一起。

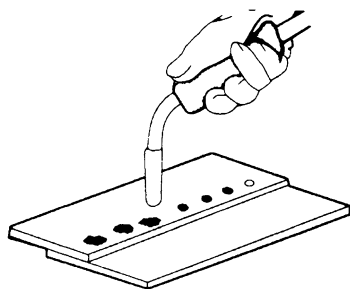


图 8.28 塞焊

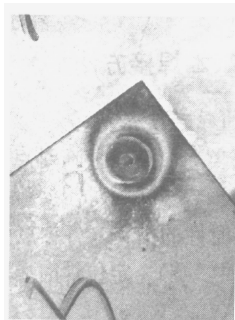


图 8.29 熔化的金属填满焊孔

④ 点焊。如图 8.30 所示，当送丝定时被触发时，电弧引入被焊的两块金属板，将两层金属板熔化熔合焊接在一起。

惰性气体保护点焊又称为可溶性点焊，因为焊丝在焊接处熔化。可溶性点焊有多种操作方法，在所有的车身部位借助各种喷嘴都可进行可溶性点焊。当对厚度不同的金属进行点焊时，应将较薄的金属板焊接到较厚的金属板上。

点焊有搭接点焊和连续点焊。搭接点焊如图 8.31 所示。搭接点焊法是将电弧引入下层的金属板，并使熔融金属流入上层金属板的边缘。连续点焊就是一系列相连的或重叠的点焊，形成连续的焊缝。

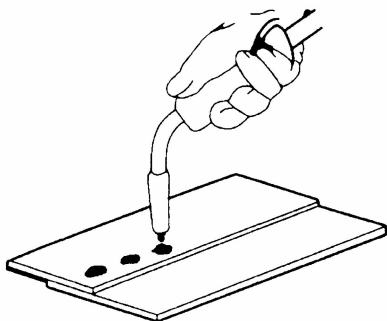


图 8.30 点焊

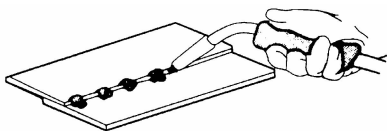


图 8.31 搭接点焊

## (2) 车身板件焊接的基本操作方法

车身修理所用的惰性气体保护焊方法包括各种对接焊、搭接焊、塞焊和点焊。每种类型的焊缝都可用几种不同的方法进行焊接。主要根据给定的焊接条件和参数来决定采用哪种方法。这些条件和参数包括：金属的厚度和状态、被焊接的两个金属工件之间的缝隙、焊接位置等。例如，可采用连续焊或连续点焊的方法进行对接焊。在进行永久性的连续焊或连续点焊时，也可以沿着焊缝上的许多不同点进行定位焊，用这种方法来固定需要焊接的工件。

① 对接焊。对接焊是将两个相邻的金属板边缘靠在一起，沿着两个金属板相互配合或对接的边缘进行焊接的一种方法。进行对接焊时必须注意（尤其是在薄板上），每次焊接的长度最好不超过 20mm。要密切注意金属板的熔化、焊丝和焊缝的连续性，还要注意焊丝的端部不可偏离金属板间的对接处。如果焊缝较长，最好在金属板前处先进行定位焊（连续点焊），以防止金属板变形，如图 8.32 所示。

车身板件焊接时要采用分段焊接，待某一段区域的焊缝自然冷却后，然后再进行下一区域的焊接。尽管外层低碳钢金属板对焊接的敏感性较小，焊接时也要分段焊接，以防止由于温度升高而引起弯曲和变形。为了将间隔开的焊缝之间的间隙填满，可先用砂轮磨光机沿着金属板表面进行研磨，然后再将间隙中填满金属，如图 8.33 所示。如果焊缝表面未经研磨便将焊接金属填入，则会产生气泡。

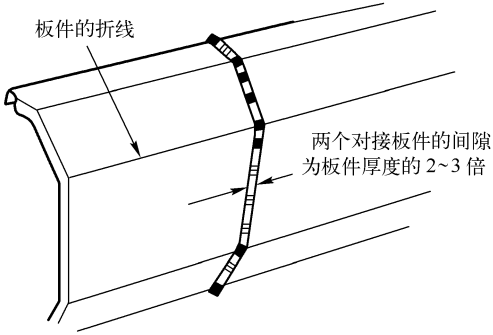


图 8.32 金属板的定位焊可防止其变形

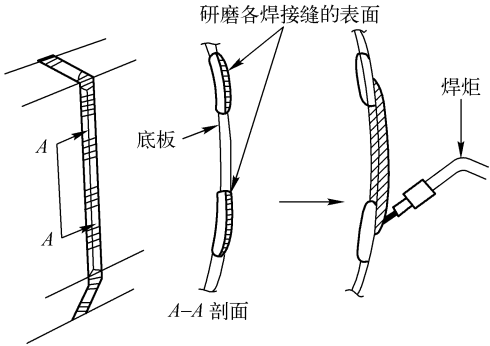


图 8.33 填满隔开的焊缝之间的间隙

在焊接金属薄板时，如果薄板厚度为 0.8mm 以下，必须采用不连续的焊接，即连续点焊，以防止烧穿薄板。保持适当的焊炬角度，并按正确的顺序操作，便可得到高质量的焊缝。可采用逆向焊法来移动焊炬，这样比较容易对准焊缝。

如图 8.34 所示显示了安装替换金属板时采用的典型对接焊的过程。如果采用这种焊接方法没有得到预期的效果，其原因可能是导电嘴和板件金属之间的距离过大。焊接熔深随着导电嘴和板件金属之间距离的增大而减小。操作时，试将导电嘴和板件金属之间的距离保持几个不同的值，直至获得理想的焊缝，这时的距离值即为最佳值。

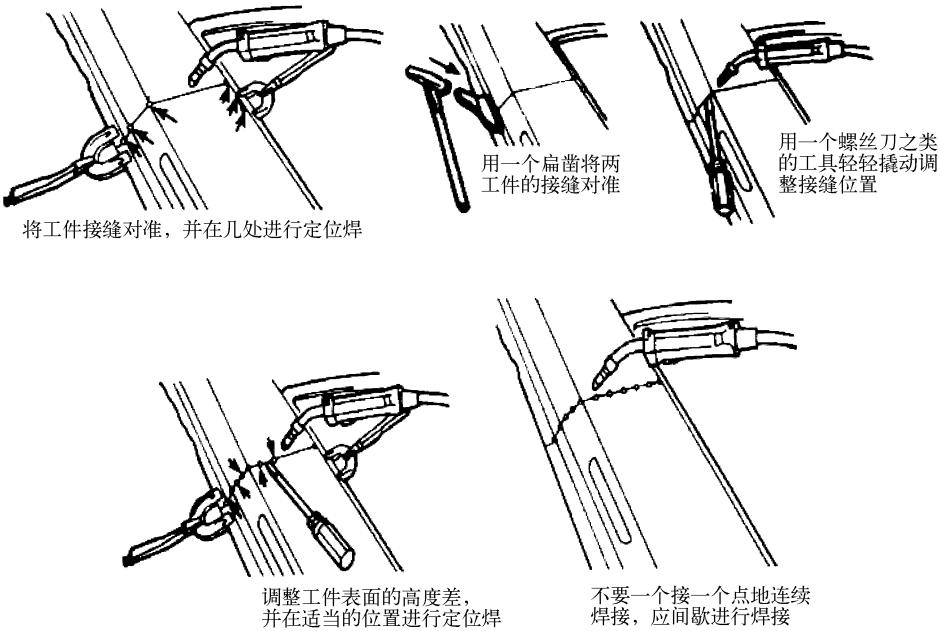


图 8.34 对接焊的过程

焊枪移动得过快或过慢，都将使焊接质量下降。焊接速度过慢将会造成熔穿；相反，焊接速度过快将使熔深变浅而降低焊接强度。如图 8.35 所示，从左到右分别显示焊接速度从快到正常到慢的焊接效果。

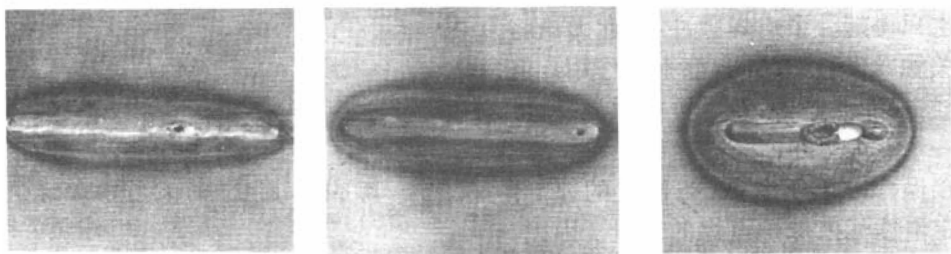


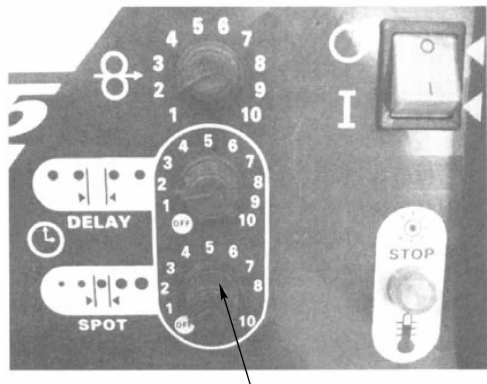
图 8.35 焊接速度对焊接效果的影响

即使在对接焊的过程中形成了理想的焊缝，但是如果从金属板的边缘处或靠近边缘的地方开始焊接，金属板仍会产生弯曲变形。因此，为了防止金属板弯曲，应从金属板的中心处开始焊接，并经常改变焊接的位置，以便将热量均匀地扩散到板件金属中去。金属板的厚度越小，焊缝的长度应越短。

进行对接焊时，熔深一定要达到焊缝的背部。当对接焊的金属厚度为 1.6mm 以上时，必须留一个坡口，以确保有足够的熔深。如果实际需要焊接的地方没有坡口，可在焊缝处磨出一个 V 形坡口，使熔深到达焊缝的背部。

对接焊完成后不需要再加固。因为在加固过的地方会产生应力集中，使加固过的焊缝强度低于未经加固的焊缝。

脉冲点焊在对接焊中的使用。可采用惰性气体保护焊机进行脉冲点焊操作。现在大多数车身修理用气体保护焊机都带有内部定时器，在一次点焊后，便会切断送丝装置并关闭电弧，间隔一定时间后重新进行下一次点焊。间隔时间的设定值取决于工件的厚度。如图 8.36 所示为气体保护焊机控制面板的脉冲点焊控制。用气体保护焊机进行点焊操作时，最好用一个专用脉冲点焊喷嘴来代替一般的喷嘴。将具有点焊控制、焊接热量及回烧时间控制功能的焊枪安装到位，然后将喷嘴指向焊接部位并启动焊枪。经过很短的时间以后，送丝时间脉冲被触发，焊接电流被接通，与此同时，电弧熔化外层金属并进入内层金属，然后焊枪自动关闭。开关触发一次只得到一个点焊脉冲，因此无论将焊枪开关触发多长时间，都不起作用。但是，如果将触发器松开，然后再次按压，便可得到下一个点焊脉冲。



点焊控制钮

图 8.36 面板上的脉冲点焊控制

焊接操作时由于参数、条件上的差异，难以确定惰性气体保护点焊的质量。因此，在承受载荷的板件上，最好采用塞焊或电阻点焊方式来焊接。

在焊接各种薄型的非结构性金属板 and 外壳上的搭接缝和凸缘时，搭接点焊是一种常用的快速有效的方法。这种方法也是设定点焊时间脉冲，但要将点焊喷嘴放在外层金属板凸缘的上方，角度大约为  $90^\circ$ ，这就使它能同时接触两层金属板，电弧熔入凸缘，然后进入下层金属板。如图 8.37 所示，为脉冲点焊的效果。

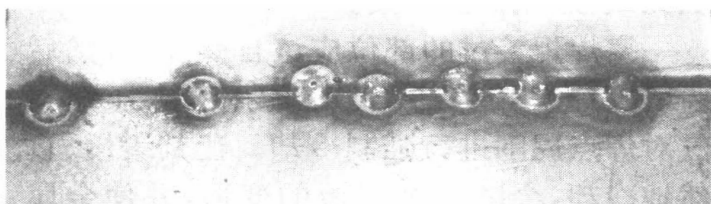


图 8.37 脉冲点焊焊接效果

连续脉冲点焊在对接焊中的使用。气体保护焊连续点焊使用一般的喷嘴，不使用点焊喷嘴。进行连续点焊时，要将点焊的方法和连续焊的焊炬操作和运行方式结合起来。

焊接操作可以看做是焊接——冷却——焊接——冷却的过程，在电弧关闭的时间内，刚才焊接过的部位会稍有冷却并开始凝固，然后再进行下一个部位的焊接。这种间歇方式所产生的变形较小，烧透较少。连续点焊的这些特征使它适用于薄型装饰性金属板的连续焊接。如图 8.38 所示，从左到右的焊缝的焊接电流逐渐变大，从图 8.38 中打磨后效果可以看出，随着电流变大钢板产生变形也大。

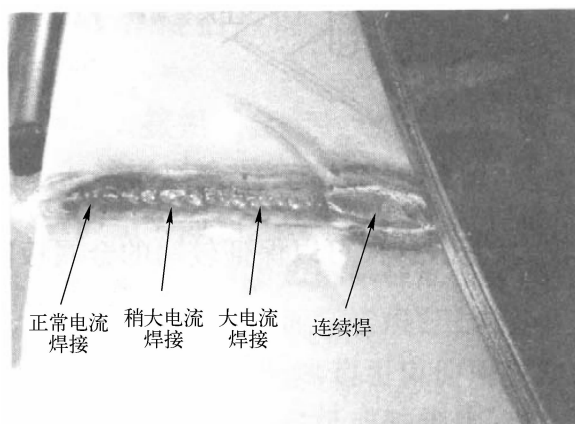


图 8.38 不同电流的连续点焊

② 搭接焊。搭接焊是在需要连接的几个相互依次重叠的金属板表面棱边处将两个金属表面熔化。这种操作方法与对接焊相类似，所不同的是其上表面只有一个棱边。搭接焊只能用于修理原先在制造厂进行过这种焊接的地方，或用于修理外板和非结构性的金属板。当需要焊接的金属多于两层时，不可采用这种方法。

搭接焊操作时也要采用对接焊中所采用的温度控制方法，不能连续进行焊接，应按照能使焊接部位自然冷却并预防温度上升的顺序进行焊接。

③ 塞焊。在车身修理中，可采用塞焊来代替汽车制造厂的电阻点焊。塞焊经常用在



车身上曾在汽车制造厂进行过电阻点焊的所有地方，它的应用不受限制，而且焊接后的接头具有足够的强度来承受各结构件的载荷。塞焊还可用于装饰性的外部板件和其他金属薄板上。

塞焊是点焊的一种形式，它是通过一个孔进行的点焊。在需要连接的外层板件上钻（或冲）一个孔来进行焊接，如图 8.39 所示。一般结构性板件的孔直径为 8mm，装饰性板件上孔的直径为 5mm，装饰板件上孔太大会使后面的打磨工作量加大。先将两板件紧紧地固定在一起，焊枪和被焊接的表面保持一定的角度，将焊丝放入孔内，短暂地触发电弧，然后断开触发器，熔融金属填满该孔并凝固。塞焊焊接步骤如图 8.40 所示。一定要让焊接深入到下面的金属板。在金属板下面的半球形隆起表明有适当的焊接熔深。

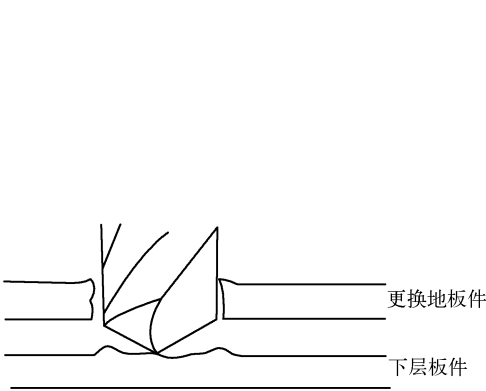


图 8.39 塞焊钻孔

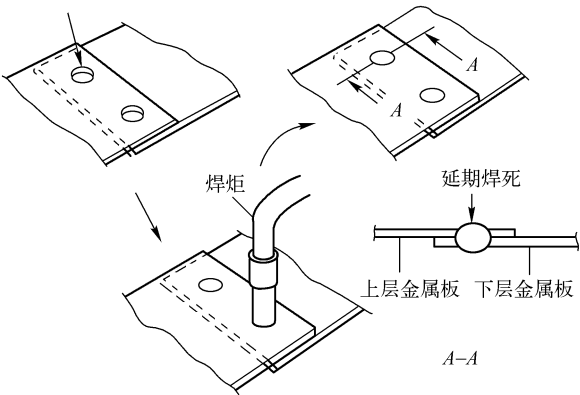


图 8.40 塞焊焊接步骤

间断的塞焊焊接会在金属表面上产生一层氧化物薄膜，而形成气泡。如果发生这种情况，可用钢丝刷来清除氧化物薄膜。在进行一个孔的焊点塞焊时要求一次完成，避免二次焊接。

塞焊焊接过的部位应该自然冷却，然后才可以焊接相邻部位。不能用水或压缩空气对焊点周围进行强制冷却。让其缓慢、自然地冷却，会减小金属板的变形，并使金属板保持原有的强度。

塞焊还用于将两件以上的金属板连接在一起。当需要将两件以上的金属板焊接在一起时，应在每一层金属板上冲一个孔（最下面的金属板除外）。下层金属板的塞焊孔直径应小于最上层金属板塞焊孔的直径。采用塞焊法焊接不同厚度的金属板时，应将较薄的金属板放在上面，并在较薄的金属板上冲较大的孔，这样可以保证较厚的金属板能首先熔化。

进行高质量塞焊的要素是：

- ① 调整适当的时间、电流、温度。
- ② 把各工件紧密地固定在一起。
- ③ 焊丝与被焊接的金属相容。
- ④ 底层金属应首先熔化。
- ⑤ 夹紧装置必须位于焊接位置的附近。

### 8. 镀锌金属的惰性气体保护焊

对镀锌钢材进行气体保护焊接时，不必将锌清除掉。如果将锌除掉，金属的厚度降低，

强度也随之降低，该区域也极易受到腐蚀。

焊接镀锌钢材时，应采用较低的焊枪运行速度，这是因为锌蒸汽容易上升到电弧的范围内，干扰电弧的稳定性。焊枪运行速度较低，可使锌在焊接熔池的端部烧掉。根据镀锌层的厚度、焊接的类型和焊接的位置来决定焊枪运行速度。

和无镀层的钢材相比，镀锌钢材的焊接熔深略浅，所以对接焊时需要底部的直角边缘间隙稍大。为了防止较宽的间隙造成烧穿或过量的熔深，焊接时，应使焊枪左右摆动。焊接镀锌钢材产生的溅出物也比较多，所以应在焊枪喷嘴的内部加上防溅剂，并且应该清洗喷嘴。

镀锌钢板焊接时会产生锌蒸汽，而锌蒸汽有毒，所以通风要良好，并且在进行焊接时操作人员应该戴上供气的防毒面具。

## 9. 铝板的焊接

由于铝板的导热性好，它最适合采用惰性气体保护焊接，用这种方法更容易进行高质量的焊接。在焊接之前要清除焊接区域的氧化层，因为氧化层的存在会导致焊缝夹渣和裂纹。

### (1) 焊接铝板时的注意事项

- ① 要使用铝焊丝和 100% 的氩气。
- ② 和焊接钢板相比，焊接铝板时的送丝速度较快。
- ③ 焊接铝板时，焊炬应更加接近垂直位置。焊接方向只能从垂直方向开始倾斜  $5^{\circ} \sim 15^{\circ}$

④ 如图 8.41 所示，只能采用逆向焊接法，不能在铝板上进行正向焊接。只能推，不能拉。进行垂直焊接时，应从下面开始，向上焊接。

⑤ 将送丝滚轴上的压力调低一点，以免焊丝弯曲。但压力不能调得过低，防止造成送丝速度不稳定。

- ⑥ 焊接铝板时，保护气体的数量要比焊接钢板时增加约 50%。
- ⑦ 焊接铝板会产生更多的溅出物，应在喷嘴和导电嘴的端部涂上防溅剂。

### (2) 铝板焊接操作过程

- ① 用溶剂和一块干净的布对焊接部位的正面和反面进行彻底的清洁。
- ② 将两块直角边的铝板放在金属台上，并用焊接夹具固定。

③ 如果铝板表面有涂层，用装有粒度为 80 号砂轮的砂轮机磨去宽度为 20mm 范围内的涂层，让金属裸露出来，也可以使用双向砂轮机但不要将砂轮压得太紧，以免温度升高后，铝板上的微粒脱落，堵塞砂纸或砂轮片。

④ 用不锈钢钢丝刷刷净铝表面，直到表面发亮为止。

⑤ 在喷嘴内装入直径为 1mm 的铝焊丝，当焊丝伸出喷嘴大约 10mm 时，启动焊机。

⑥ 按照焊接机的使用说明书调整电压和送丝速度。但是，说明书上给出的只是大概的数值，修理人员可能还要对这些数值进行调整。和钢板的焊接相比，焊接铝板时的送丝速度较快。

⑦ 剪断焊丝的端部，以便将熔化的部分清除掉。

⑧ 将两块铝板放在一起，并在它们之间留一条焊缝。导电嘴到焊接处之间的距离为 7 ~ 14mm。

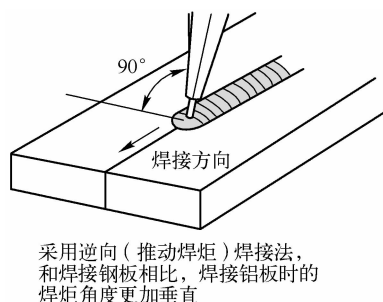


图 8.41 铝板焊接

⑨ 采用正向焊接法，按照正确的焊接操作方式来焊接。

## 8.2.3 电阻点焊

### 1. 电阻点焊的特点

电阻点焊是汽车制造厂在流水线上对整体式车身进行焊接时最常用的一种方法。在整体式车身上进行的焊接生产中，有 90% ~ 95% 都采用电阻点焊。

在修理大量采用高强度钢和超高强度钢的车身时，要求采用电阻点焊机进行焊接修理。这种焊接方式要像制造厂进行焊接那样进行点焊连接。在使用点焊设备时，操作者必须选择合适的加长臂和电极，以便到达需要焊接的部位。采用挤压式电阻点焊机进行焊接时，应适当调整对金属板的夹紧力。在一些设备上，可同时调整电流和焊接时间。调整完毕后，将点焊机定位在需要焊接的金属板处，一定要使电极的极性彼此相反，然后触发开关，开始进行点焊。

在进行焊接前，要先查阅汽车制造厂提供的修理说明书。更换车身上的各种面板和内部板件时，所有焊接接头的大小应和原来制造厂的焊接接头相类似。除电阻点焊外，更换零部件后的焊接接头的数量应和原来的焊接接头数量相等。强度和耐久性需要根据焊接到车身上的零部件位置决定。根据部件的功用、物理性能和在车身上的位置等因素，汽车制造厂都规定了修理中各部件最佳的焊接方法。

车身修理所用的电阻点焊机通常是指需要在金属板的两边同时进行焊接的设备（双面点焊设备），而不是指那种从同一边将两块金属板焊接起来的点焊机（单面点焊设备）。双面点焊用于结构性部件的点焊，而单面点焊的强度比较低，一般只能用于外部装饰性面板的焊接。

电阻点焊过程中产生的热量少，对板件的影响小，可以进行快速、高质量的焊接，对操作者要掌握的操作技巧的要求也比较少。

电阻点焊适用于焊接整体式车身上要求焊接强度好、不变形的薄型零部件，如车顶、窗洞和门洞、门槛板以及许多外部壁板等部件。使用电阻点焊机时，修理人员必须知道如何调整焊机，如何进行试焊和焊接。

电阻点焊焊接有下列优点：

- (1) 焊接成本比气体保护焊等低。
- (2) 没有焊丝、焊条或气体等消耗。
- (3) 焊接过程中不产生烟或蒸气。
- (4) 焊接时不需要去除板件上的镀锌层。
- (5) 焊接接头的外观质量与制造厂的焊接接头完全相同。
- (6) 不需要对焊缝进行研磨。
- (7) 速度快。只需 1s 或更短的时间便可焊接高强度钢、高强度低合金钢或低碳钢。
- (8) 焊接强度高、受热范围小、金属不易变形。

### 2. 电阻点焊的焊接原理

电阻点焊是利用低电压、高强度的电流流过夹紧在一起的两块金属板时产生的大量电阻热，用焊枪（焊炬）电极的挤压力把它们熔合在一起的。电阻点焊原理如图 8.42 所示。

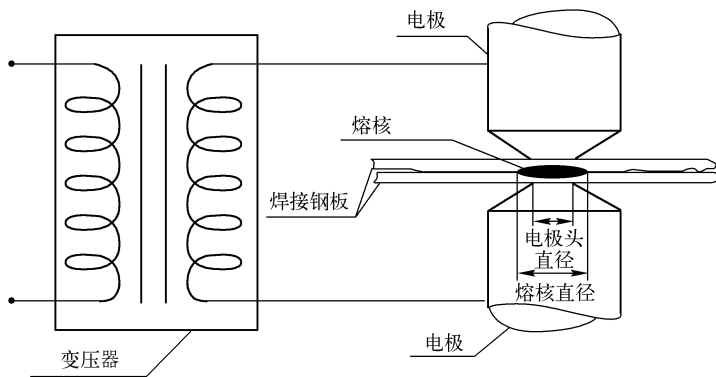


图 8.42 电阻点焊原理

电阻点焊的三个主要参数如下。

(1) 电极压力。两个金属件之间的焊接机械强度与焊枪电极施加在金属板上的力有直接的关系。当焊枪电极将金属板挤压到一起时，电流从焊枪电极流入金属板，使金属熔化并熔合。焊枪电极的压力太小、电流过大都会产生焊接飞溅物，导致焊接接头强度降低。焊枪电极压力太大会使焊点过小（熔核小），如图 8.43 所示。从而降低焊接部位的机械强度。焊枪电极压力过高会使电极头压入被焊金属软化的部位过深，导致焊接质量降低。焊点被电极压入的深度不能超过板厚的一半。

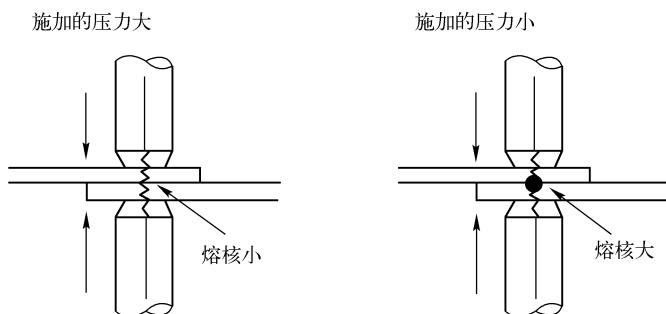


图 8.43 焊接压力对焊点的影响

(2) 焊接电流。给金属板加压后，一股很强的电流流过焊枪电极，然后流入两个金属板件。在金属板的接合处电阻值最大，电阻热使温度迅速上升。如果电流不断流过，金属便熔化并熔合在一起。电流太大或压力太小，将会产生内部溅出物。如果适当减小电流或增加压力，便可使焊接溅出物减少到最小值。焊接电流和施加在点焊部位的压力对焊接质量都有直接的影响。

(3) 加压时间。电流停止后，焊接部位熔化的金属开始冷却，凝固的金属形成了圆而平的焊点。对焊点施加的压力合适会使焊点的结构非常紧密，有很高的机械强度。加压时间是一个非常重要的因素，时间太短会使金属熔合不够紧密。焊接操作时的加压时间一般不能少于焊机说明书上的规定值。

### 3. 电阻点焊机

电阻点焊机如图 8.44 所示，由变压器、焊机控制器和带有可更换电极臂的焊枪（焊炬）等构成。

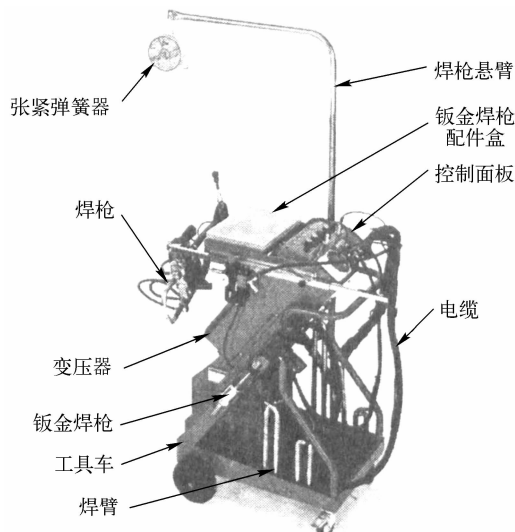


图 8.44 电阻点焊机

(1) 变压器。变压器将低电流的 220 V 或 380 V 车间线路电压转变成低电压 (2 ~ 5V)、高电流的焊接电流，避免了电击的危险。小型点焊机的变压器可安装在焊枪上，也可安装在远处通过电缆和焊枪相连。安装在焊枪上的变压器的电效率高，变压器和焊枪之间焊接电流损失很小。焊枪和变压器分离的点焊机的变压器功率必须较大，而且要使用较大的线路电流，以补偿连接变压器和焊炬的长电缆所造成的电力损失。当使用加长型或宽距离的电极臂时，高强电流会由于电缆线长度增加而降低。可调整焊机上的控制器，将输出的电流调高。

(2) 焊机控制器。焊机控制器可调节变压器输出焊接电流的强弱，并可以调节精确的焊接电流通过的时间。在焊接时间内，焊接电流被接通并通过被焊接的金属板，然后电流被切断。一般车身修理时每个焊点的焊接时间最好在 1 ~ 6s 内。

(3) 焊枪。焊枪如图 8.45 所示，焊枪通过电极臂向被焊金属施加挤压力，并流入焊接电流。大多数电阻点焊机都带有一个加力机构，可以产生很大的电极压力来稳定焊接质量。这些加力机构有的是用弹簧的手动夹紧装置或由汽缸产生压力的气动夹紧装置。有些小型的挤压型电阻点焊机不具备增力机构，它完全靠操作人员的手来控制压力的大小，因此，它不能用于修理车身结构的焊接操作。

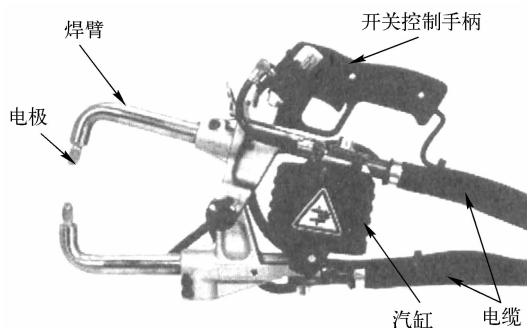


图 8.45 电阻点焊焊枪

车身修理所使用的大多数焊枪随着电极臂的加长其焊接压力会减小，焊接质量会下降。当配备 100mm 或更短的缩短型电极臂时，其最大焊接能力达两层 2.5mm 厚的钢板。一般要求配有加长型或宽距离电极臂的焊机至少可焊接两层 1mm 厚的钢板。

#### 4. 电阻点焊机的调整

用于整体式车身修理的电阻点焊机可带有全范围的可更换电极臂装置，能够焊接车身上各个部位的板件。各种电极臂的选用可以焊接汽车上大多数难以焊接的部位，例如，轮口边缘、流水槽、后灯孔，以及地板、门槛板、窗洞、门洞和其他焊接部位。修理人员在修理车身时，应查阅修理手册寻找合适的专用电极臂，以便对汽车上难以焊接的部位进行焊接。

为使点焊部位有足够的强度，在进行操作前，请按下列步骤对电阻点焊机进行检查和调整。

(1) 选择电极臂。应根据焊接部位来选择电极臂，如图 8.46 所示。电极臂选择的原则是多个电极臂都可以焊接某一个部位时，尽量选择最短的电极臂。

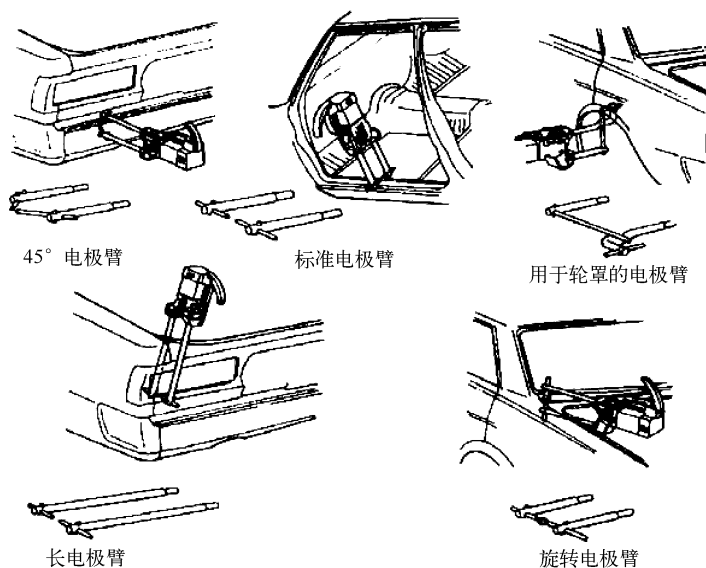


图 8.46 根据焊接部位选择电极臂

(2) 调整电极臂。为了获得最大的焊接压力，焊枪的电极臂应尽量缩短。要将焊枪电极臂和电极头完全上紧，使它们在工作过程中不能松开。

(3) 电极头的正确调整。如图 8.47 所示，进行电极头的正确调整。将上、下两个电极头对准在同一条轴线上。电极头对准状况不好将引起加压不充分，会造成电流过小，导致焊接部位的强度降低。

(4) 选择电极头直径。电极头直径增加，焊点的直径将减小；电极头直径减小，焊点直径将增大；电极头直径小到一定值以后，焊点的直径将不再增大；为了获得理想的焊接深度，可参阅如图 8.48 所示的确定电极头的方法，选择合适的电极头直径。

在开始操作前，注意电极头直径是否合适，然后用锉刀将它锉光，以便清除掉电极头表面的燃烧生成物和杂质。当电极头端部的杂质增加，该处的电阻也随之增加，这将会减小流入工件的电流并减小焊接熔深，导致焊接质量下降。连续焊接一段时间以后，电缆线和电极

头端部会因为散热不好而造成过热。这将使电极头端部过早地损坏而增大电阻，并引起焊接电流急剧下降。在使用没有强制冷却（循环水冷却）的电极头时，可在焊接 5~6 次后，让电极头端部冷却后再进行焊接。如果电极头端部损坏，要用电极头端部清理工具进行整型。

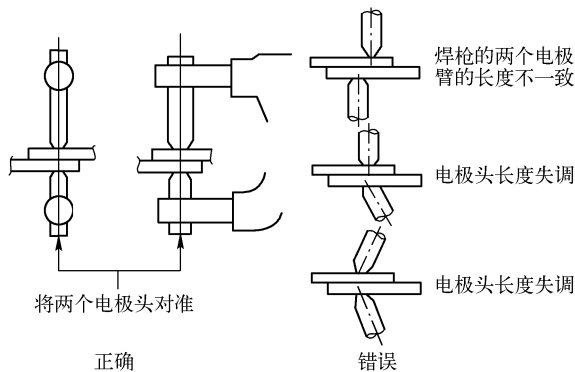


图 8.47 电极头的正确调整

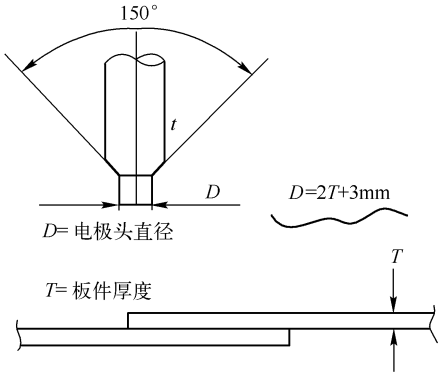


图 8.48 确定电极头的方法

(5) 调整电流流过的时间。电流流过的时间也和焊点的形成有关。当电流流过的时间延长时，所产生的热量增加，焊点直径和焊接熔深随之增大，焊接部位散发出的热量随着通电时间的延长而增加。经过一定的时间后，焊接温度将不会再增加，即使通电时间超过了这一时间，点焊直径也不会再增大，有可能产生电极端部的压痕和热变形。

许多简单的点焊机都无法调整施加的压力和焊接电流，而且其电流值较低。这些焊机在操作时可适当延长通电时间（让低的电流流过较长的时间）来保证焊接的强度。

根据金属板的厚度来调节电极臂的长度及焊接时间，一般能得到比较好的焊接效果。如果焊机的说明书上已列有这些数值，最好在调节过后，对金属样片进行试焊，然后再检验焊接质量来调整焊接参数。

对车身上的防锈钢板进行焊接时，应将焊接普通钢板的电流提高 10%~20%，以弥补电流的损失。一般简单的点焊机如果无法调节电流，可适当延长通电时间。一定要将防锈钢材和普通钢材区别开，因为在进行打磨准备焊接时，防锈钢板上的锌保护层不能和油漆一起被清除掉。

## 8.3 焊接质量分析

焊接产品的质量保证贯穿于设计、制造的全过程。为保证产品的焊接质量，对企业的设备、人员和技术管理都有要求，同时应保证产品的合理设计、合理的制造流程、可靠的试验与检验。为了确保在焊接过程中焊接接头的质量符合设计和工艺要求，应在焊接前和焊接过程中对被焊金属材料的焊接性、焊接工艺、焊接规范、焊接设备和焊工的操作进行焊接检验，并对焊成的焊件进行全面检查。

### 8.3.1 常见的焊接缺陷

#### 1. 气孔或凹坑

气体进入焊接金属中会产生气孔或凹坑。产生的原因有：板件上有锈迹或污物；焊丝上

有锈迹或水分；保护不当、喷嘴堵塞、焊丝弯曲或气体流量过小；焊接时冷却速度过快；电弧过长；焊丝规格不正确；气体被不适当封闭；焊接表面不干净等。

## 2. 咬边

咬边是由于过分熔化板件而形成一个凹坑，它使板件的横截面减小，严重降低了焊接部位的强度。产生的原因有：电弧太长；焊枪角度不正确；焊接速度太快；电流太大；焊枪送进太快；焊枪角度不稳定等。

## 3. 不正确熔化

不正确熔化如图 8.49 所示，是发生在板件与焊接金属之间，或发生在两种金属之间的不熔化现象。产生的原因有：焊接速度太快；电压过低；焊接部位不干净等。

## 4. 焊瘤

焊瘤如图 8.50 所示。焊瘤会引起应力集中而导致过早腐蚀。产生的原因有：焊接速度太慢；电弧太短；焊枪移动速度太慢；电流太小等。

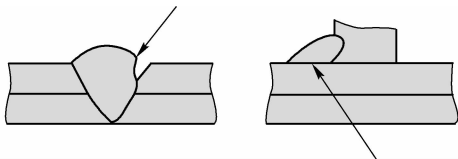


图 8.49 不正确熔化

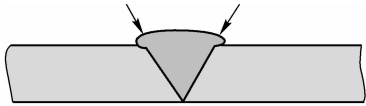


图 8.50 焊瘤

## 5. 熔深不足

熔深不足也称焊不透。此种缺陷是由于金属板熔敷不足而产生的。产生的原因有：电流太小；电弧过长；焊丝端部没有对准两层金属板的对接位置；坡口太小等。

## 6. 焊接溅出物太多

如图 8.51 所示，过多的溅出物在焊缝的两边形成许多斑点和凸起。产生的原因有：电弧过长；板件金属生锈；焊枪角度太大等。

## 7. 焊缝浅

进行角焊时，在焊缝处容易产生溅出物而且焊缝浅，如图 8.52 所示。产生的原因有：电流太大；焊丝规格不正确等。

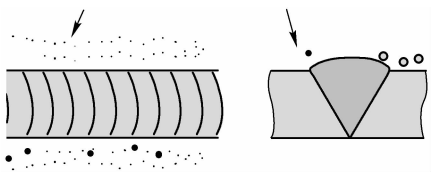


图 8.51 焊接溅出物太多

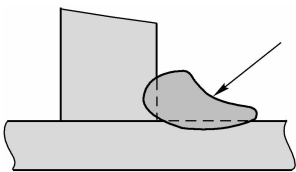


图 8.52 焊缝浅



8. 焊缝不均匀

焊缝不是均匀的流线型，而是不规则的形状。产生的原因有：焊枪嘴口被损坏或变形，焊丝通过嘴口时发生摆动；焊枪不稳定；移动速度不稳等。

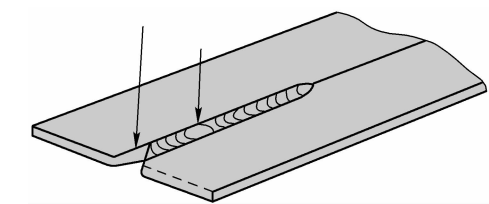


图 8.53 烧穿

9. 烧穿

如图 8.53 所示，烧穿的焊缝内有许多孔。产生的原因有：焊接电流太大；两块金属之间的坡口太宽；焊枪移动速度太慢；焊枪到板件之间的距离太短等。

8.3.2 影响焊接质量的因素

1. 焊接电流

焊接电流的大小会影响板件的焊接熔深、焊丝熔化的速度、电弧的稳定性、焊接溅出物的数量。随着电流的增加，焊接熔深、剩余金属的高度和焊缝的宽度也会增大。表8.1给出了不同板厚和不同粗细的焊丝所需要的焊接电流。

表 8.1 焊接电流的调整

焊丝直径（mm）	金属板厚（mm）						
	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8
0.6	20 ~ 30A	30 ~ 40A	40 ~ 50A	50 ~ 60A	—	—	—
0.8	—	—	40 ~ 50A	50 ~ 60A	60 ~ 90A	100 ~ 120A	—
1.0	—	—	—	—	60 ~ 90A	100 ~ 120A	120 ~ 150A

2. 电弧电压

电弧长度是由电弧电压决定的。电弧电压过高时，电弧的长度增大，焊接熔深减小，焊缝呈扁平状。电弧电压过低时，电弧的长度减小，焊接熔深增加，焊缝呈狭窄的圆拱状。

由于电弧的长度由电压的高低决定，电压过高将产生过长的电弧，从而使焊接溅出物增多，而电压过低会导致起弧困难。不同焊接电压的焊接效果如图 8.54 所示。

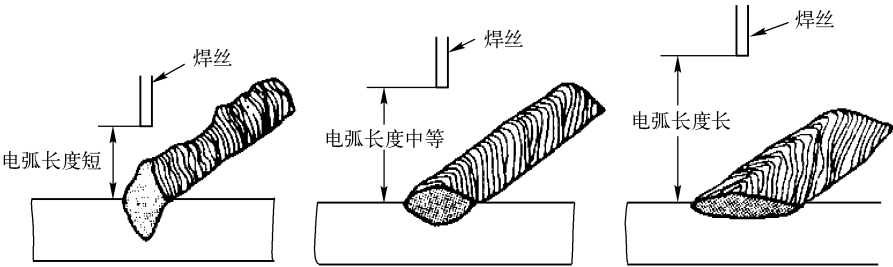


图 8.54 不同焊接电压的焊接效果

3. 导电嘴到工件的距离

导电嘴到工件的距离是高质量焊接的一项重要因素。标准的距离为 7 ~ 15mm。

如果导电嘴到工件的距离过大，从焊枪端部伸出的焊丝长度增加而产生预热，就加快了焊丝熔化的速度，保护气体所起的作用也会减小。如果导电嘴到板件的距离过小，将难以进行焊接，并会烧毁导电嘴。

4. 焊接时的焊枪角度

焊枪角度如图 8.55 所示，都应在 10℃ ~ 15℃ 之间。

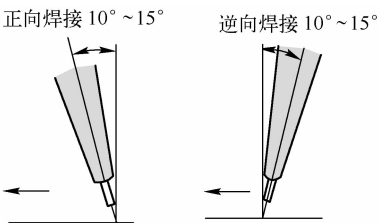


图 8.55 焊接角度

如果保护气体的流量太大，将会形成涡流而降低保护层的效果；如果流出的气体太少，保护层的效果也会降低。应根据喷嘴和板件之间的距离、焊接电流、焊接速度，以及焊接环境（焊接部位附近的空气流动）来调整保护气体的流量。

6. 焊接速度

焊接时，如果焊枪的移动速度快，焊接熔深和焊缝的宽度都会减小，而且焊缝会变成圆拱形。当焊枪移动速度进一步加快时，将会产生咬边。而焊接速度过低则会产生许多烧穿孔。一般来说，焊接速度由工件的厚度、焊接电压两种因素决定。表 8.2 给出了不同厚度的板件焊接时的焊接速度。

表 8.2 焊接速度调节

板件厚度（mm）	焊接速度（m/min）	板件厚度（mm）	焊接速度（m/min）
0.6 ~ 0.8	1.1 ~ 1.2	1.0	1
1.2	0.9 ~ 1	1.6	0.8 ~ 0.85

7. 送丝速度

如果送丝速度太慢，随着焊丝在熔池内熔化并熔敷在焊接部位，将可听到嘶嘶声或啪啪声。此时产生的视觉信号为反光的亮度增强。当送丝速度较慢时，所形成的焊接接头较平坦。如果送丝速度太快将堵塞电弧，这时，焊丝不能充分地熔化，焊丝将熔化成许多金属熔滴并从焊接部位飞走，产生大量飞溅。这时产生的视觉信号为频闪弧光。

在仰焊时，过大的熔池产生的金属熔滴可能会落入导电嘴或进入气体喷嘴，导致喷嘴或导电嘴烧损。仰焊操作时，要采用较快的送丝速度、较短的电弧和较小的金属熔滴，并使电弧和金属熔滴互相接近。将气体喷嘴推向工件，以确保焊丝不会向熔池外移动。如果焊丝向熔池外移动，熔化的焊丝将会产生金属熔滴，直到形成新的熔池来吸收这些熔滴。

一般在焊接中会在气体喷嘴的附近产生氧化物熔渣。必须将它们仔细地清除掉，以免落入喷嘴内部并形成短路。当送丝速度太慢时，还必须清除掉因送丝太慢而形成的金属微粒，以免短路。

## 8. 焊枪喷嘴的调整

在惰性气体保护焊焊机的几个主要组成部分中，喷嘴最为关键，其次是送丝机构，受到堵塞或损坏的管道将造成送丝速度不稳定，并产生许多金属熔滴，造成气体喷嘴短路。

使用气体喷嘴的注意事项如下。

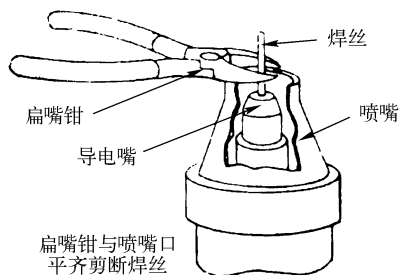


图 8.56 剪掉过长或损坏的焊丝

① 距离调整。调整导电嘴到喷嘴的距离大约为 3mm，焊丝伸出喷嘴 5 ~ 8mm。如图 8.56 所示为剪掉过长或损坏的焊丝。

② 喷嘴溅出物的处理。如果溅出物黏附于喷嘴的端部，将使保护气体不能顺利流出而影响焊接质量，应迅速清除焊接溅出物。可以使用防溅剂来减少黏附于喷嘴端部的溅出物。用一个合适的工具（如锉刀）清除掉导电嘴上的溅出物，然后检查焊丝是否能够平稳地送出。

③ 导电嘴的检查。坏了的导电嘴应及时更换，以确保产生稳定的电弧。为了得到平稳的气流和电弧，应适当拧紧导电嘴。

## 复习思考题

1. 车身的连接方式有哪些类型？
2. 车身修理中使用的焊接方式有哪些？
3. 氧乙炔焊接的特点和在整体式车身修理中使用的注意事项是什么？
4. 惰性气体保护焊的特点有哪些？
5. 惰性气体保护焊的原理是什么？
6. 惰性气体保护焊焊机组成及作用？
7. 影响焊接质量的焊接参数有哪些？
8. 惰性气体保护焊焊接的基本方法有哪些？
9. 举例说明车身上的板件在修理中用哪种焊接方式进行焊接。
10. 进行对接焊操作应该注意哪些事项？
11. 进行塞焊操作应该注意哪些事项？
12. 对铝板进行焊接时要注意哪些事项？
13. 电阻点焊的特点有哪些？
14. 电阻点焊设备的组成及作用？

# 第 9 章 车身板件更换

## 学习目标：

1. 了解车身不同板件更换的要求。
2. 掌握结构性板件拆卸与分割要领。
3. 能进行结构性板件拆卸与分割作业。
4. 熟知结构性板件不可分割的部位。
5. 掌握车身板件更换的方法。

在车身修复作业中，有相当一部分作业内容是进行车身板件的更换。能否按要求合理进行板件更换，直接影响车身修复效率，影响修复成本和车身修复质量。对于轿车车身现多为整体车身，整体车身上外部板件和结构性板件更换的要求不同，因此应分别对待，以保证车身修复质量。

## 9.1 整体式车身板件更换的要求

### 9.1.1 车身上外部板件更换的要求

车身上一些外部覆盖板件受到损伤，当损伤小时，可以对其进行钣金加工处理来消除金属板件上的凸起、凹坑或折皱。但是，当车身上外部板件受损严重、锈蚀严重，无法修复或者没有修复价值时，只能进行更换。当车身外部板件发生以下损坏时，就需要进行切割后更换。

(1) 碰撞损坏的车门。碰撞后造成翘曲，在边缘和车身外表有严重的加工硬化现象。

(2) 在后侧围板处碰撞损坏严重，需要进行局部切割除去损坏部件。在接缝部位的焊点用钻孔的方法去除。

(3) 车身侧板发生损坏，需要切割后更换新的板件，然后将其焊接就位。

(4) 对于严重的腐蚀损坏，更换板件通常是唯一的方法。将生锈的金属板件切割下来，在原来的位置上焊接上新的局部板件。对于经常容易产生锈蚀的部位，局部更换板件是常用的方法。

(5) 对于一些板件，当已经破损，无法修复，需要进行局部或全体更换。

车身是用机械紧固和焊接两种方法将车身板件连接在一起的，有些装饰板件，例如，翼子板、后顶侧板和发动机罩，用螺栓或铰链、铆钉等方法进行连接。保险杠等部件通常也用螺栓连接到框架上。在更换这些板件时，不需要进行切割，只要进行拆卸作业，将紧固和连接的部位分解即可。

### 9.1.2 车身上结构性板件更换的要求

在整体式车身结构中，所有的结构性板件都焊接在一起（从散热器支架到后断板），构

成一个整体框架。整体式板件包括散热器支架、挡泥板、地板、车门槛板、发动机室纵梁、后纵梁、内部的护板槽、行李箱地板等。

结构性板件是车身其他零件和外部板件安装的基础。因此，结构性板件更换后定位的精确性，决定了所有外形的配合和悬架装置的准确性。

更换板件在焊接作业前，安装新板件不能随意调整垫片，结构性板件必须精确定位后才能进行焊接操作。

修理结构性板件时，当需要切割或分割板件时，应完全遵照制造厂的建议。有些制造厂不允许反复分割结构板件，有些制造厂只有在遵循其正确工艺规程时才同意分割（有规定的分割区域）。

所有制造厂都强调，不要割断可能降低乘客安全性的吸能区区域、降低汽车性能的区域、影响关键尺寸的区域。

对于高强度钢板，例如，保险杠加强件和侧护板门梁等受损后，不可以用加热来校直高强度钢板。

## 9.2 结构性板件的拆卸与分割

### 9.2.1 结构性板件的拆卸

车身结构性板件在制造厂主要是点焊连接在一起，拆卸结构性板件主要是将点焊的焊点分离。对于焊点的分离可以用钻除法、等离子焊枪切除法、錾去焊点或用高速砂轮磨去焊点法等。拆卸电阻点焊板件方法的选择，由焊点的数目、配合的排列，以及焊接操作方法决定。当一些点焊区域有多层薄板时，拆卸的工具由焊接的位置和板件的布置来决定。

#### 1. 电阻点焊焊点位置的确定

为了找到电阻点焊焊点的位置，首先要去除底漆、保护层或其他覆盖物。去除方法可用乙炔焰烧焦底漆，并用钢丝刷将底漆刷除，也可用粗钢丝砂轮磨掉涂料。在去除底漆加热过程中，要注意不要烧透涂层，防止金属薄板变色。对于保护层，也可采用去除底漆的方法，加热软化后用铲刀剔除，也可用砂轮磨削，使焊点露出。

#### 2. 电阻点焊焊点的分离方式

（1）钻头钻除方式。钻头钻除方式是经常用的一种方式。在确定焊点的位置后，用普通钻头或钻孔器，如图 2.12 所示，切除焊点后将板件分离。

（2）等离子切割方式。等离子切割枪可以很快除去焊点。方法是使用等离子切割枪，在各种不同厚度的金属吹出孔洞来清除焊点。但是这种方法的缺点是切割时不能保证下层板件的完整，容易将下层板件损坏，只适用部分部位的分离。

（3）砂轮磨除的方式。对于钻头不能钻除的焊点或者由于塞焊点太大，钻头钻除困难时，可以采用砂轮磨除的方式。在操作过程中，要磨削掉上层板件，而不破坏下层板件，如图 9.1 所示。

在用砂轮去除焊点时，应一次磨完，中途最好不要换位，否则重新找焊点比较困难。按压砂轮的力度不宜过大，可以用火花飞溅量来判断用力是否合适，火花越多则磨削的效率越高。当见到点焊轮廓时即停止磨削，改用錾子沿板件间錾入将板件分离。

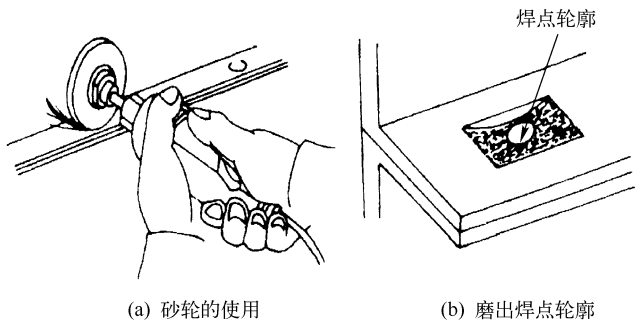


图 9.1 用砂轮剥离焊点

### 3. 连续焊缝的分离

在汽车的局部板件连接中，板件是用惰性气体保护焊的连续焊进行焊接的。连续焊接的焊缝长，分离困难。一般要用砂轮或高速砂轮机来分离板件，即用砂轮或高速砂轮机切削连续焊缝，去掉焊缝金属量，进而把板件分离。

在用砂轮分离连续焊缝时，应注意切割的深度。要割透焊缝而不割进或割透板件，否则会导致板件的损伤。操作时，要握紧砂轮机，让砂轮以  $45^\circ$  角进入搭接焊缝。磨透焊缝后，再用锤子和錾子分离板件。

## 9.2.2 结构性板件的分割与连接

整体式车身部件一般在接缝处进行更换，但当有许多必须分离的接缝在车辆未受损的区域时，如果全部更换费用太高，局部分割更换就十分重要。例如，对梁、立柱、车门槛板等进行局部分割更换，可使昂贵的修理费用降低。

在分割结构件时，同时要保证防撞吸能区的完整，保证修理区域强度和撞击以前一样，在以后的碰撞时，依然能具有吸收碰撞能量的能力。

在分割时要考虑车辆的特殊设计，例如，防撞吸能区、内部加强件、制造时的接缝位置，以及理想的分割区域。当分割高强度钢和超高强度钢时，在确认分割不危害车辆结构的完整性时，才能进行分割。

结构性板件的分割和更换的主要部件，如图 9.2 所示。包括车门槛板、后侧围板、地板、前纵梁、后梁、行李箱地板、A 立柱、B 立柱等。

在整体式车身结构件中，有两种基本类型：一种是封闭截面构件，例如车门槛板、立柱和车身梁；另一种是开式或单层搭接连接的组合部件，例如行李箱地板和车身地板。其中封闭截面构件是要求比较高的构件，在车身结构中承担主要的载荷，因此在分割时，要特别注意这类结构件。封闭截面构件在相同截面大小情况下，其强度要比其他截面的强度大得多。车身封闭截面板件，如图 9.3 所示。

### 1. 基本连接形式的分割与连接

结构件基本连接类型有三种，即有插入件的连接、无插入件的连接、搭接连接。

(1) 有插入件的连接。主要用于封闭截面构件，例如车门槛板、A 立柱、B 立柱以及车身梁。插入物使这些构件在装配时保证对中连接，并且使焊接更容易，如图 9.4 所示。

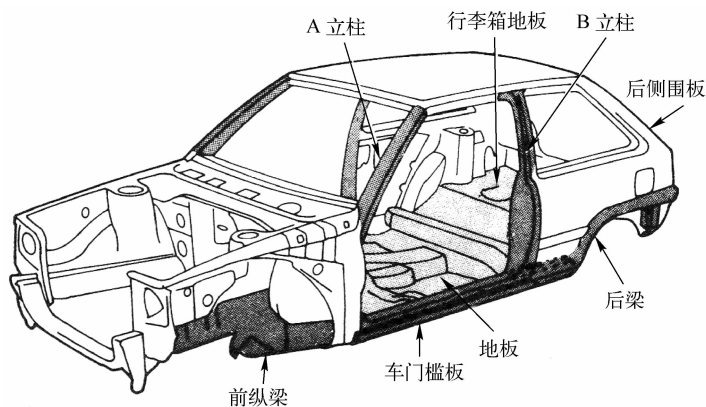


图 9.2 车身板件的分割和更换的部件

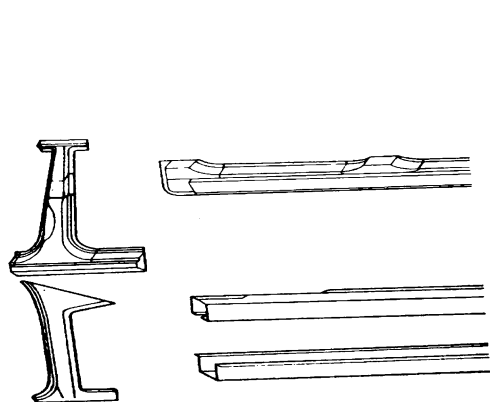


图 9.3 车身板件截面

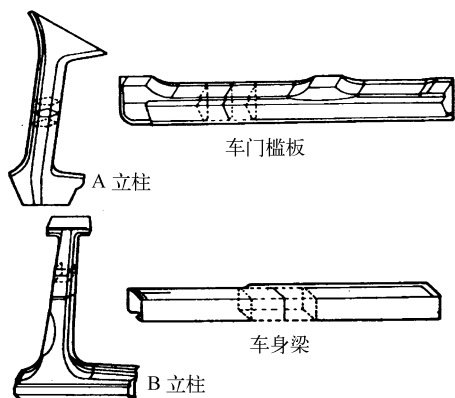


图 9.4 有插入件的连接

(2) 无插入件的连接。没有插入件的连接通常采用偏置对接方式，多用于 A 立柱、B 立柱和前纵梁。如图 9.5 所示为无插入件的偏置对接方式。

(3) 搭接连接。搭接连接一般用于后纵梁、地板、后备箱地板及 B 立柱，如图 9.6 所示。

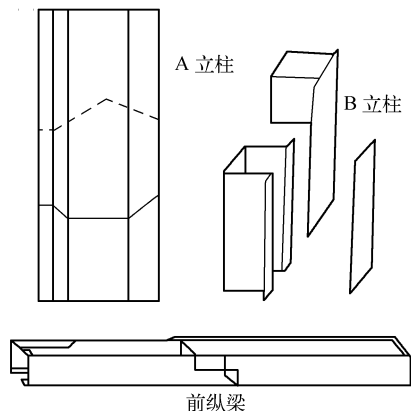


图 9.5 无插入件的偏置对接连接

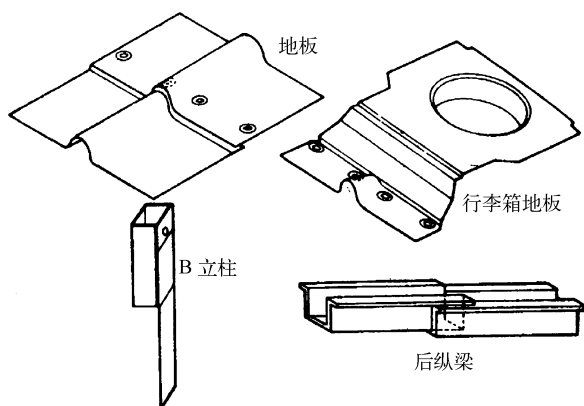


图 9.6 搭接连接方式

在分割基本连接形式时，要避免构件中的一些“孔”。不要切穿任何内部加强件。内部加强件一旦切穿，不可能保证该部位恢复事故前的强度。

在分割基本连接形式时，还要避开支撑点。如悬架的支撑点，座椅安全带在地板上固定的固定点，以及肩带 D 环的固定点。当切割 B 立柱时，应环绕着 D 环面做偏心切割，以避免影响固定点的加固。

车身有些是组合的连接类型，因此要分别对待，不能以单一方式来考虑切割方案。

## 2. 防撞吸能区的分割

在车身结构设计时有防撞吸能区或者皱折区域，这都是为了在撞击时吸收能量。尤其是前梁和后梁都有防撞吸能区设计，一般可以通过外观即可辨认。有些是波状或回旋状表面形式，有些是凹痕或陷窝形式，有些是孔或缝的形式。如果一根梁遭受较大的损坏，这根梁一般会产生较大的变形，而变形较大的部位往往就是防撞吸能区。

在维修过程中，如果需要切割这些部位，一定要避开防撞吸能区，要按维修手册中指定的位置进行切割，如图 9.7 所示，否则就会改变原来设计的安全目的。

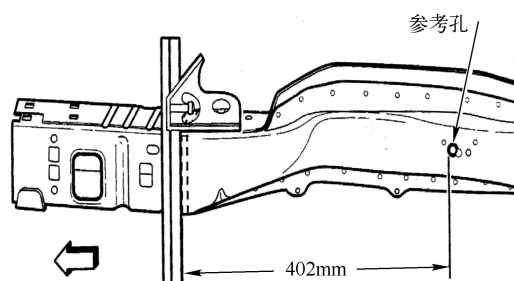


图 9.7 前纵梁的切割区域

## 3. 车门门槛板的分割与连接

整体式车身的车门门槛板一般有两层或三层板，如图 9.8 所示为车门门槛板的断面。车门门槛板不论采用两层还是三层，都可能装有加强件。其中，加强件可以是间断的，也可以是连续的，在更换过程中，要根据损坏情况，可以考虑和 B 立柱一起进行更换，也可以单独更换。

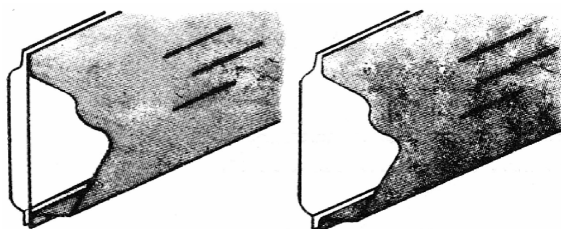


图 9.8 车门门槛板断面

在切割门槛板时，一种是纵向切割，用插入件进行对接；另一种是切割门槛板的外件，然后用搭接的方法连接。采用插入件对接方式如图 9.9 所示。

在对接时，用塞焊将插入件固定在适当的位置，如图 9.10 所示。



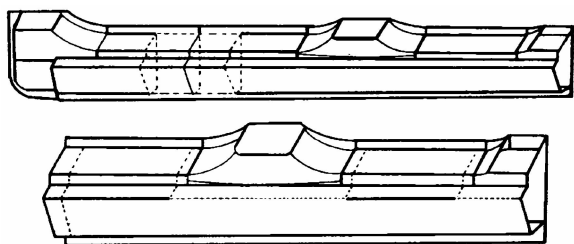


图 9.9 插入件对接的门槛板

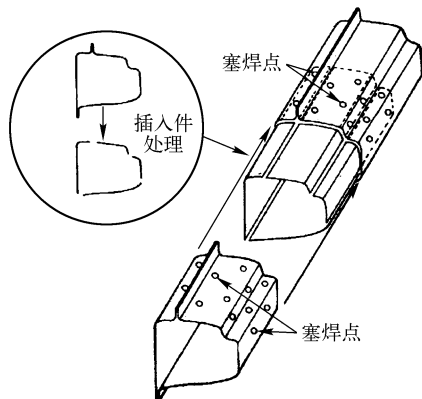


图 9.10 插入件安装门槛板

#### 4. A 立柱的分割与连接

车身的 A 立柱由两件或三件板组成，在上下两端进行加固处理，一般不在中间加固，因此 A 立柱应在中间附近进行切割，以避免割掉任何加固件，如图 9.11 所示。

对于 A 立柱切割，可以采用纵向切割，用插入件进行对接的方式，如图 9.12 所示。也可以用没有插入件的偏置对接。用插入件对接修理时，其插入件的长度应为 100 ~ 150mm。插入件插入后，用塞焊将插入件固定在适当的位置，并用连续焊缝封闭立柱的周边。

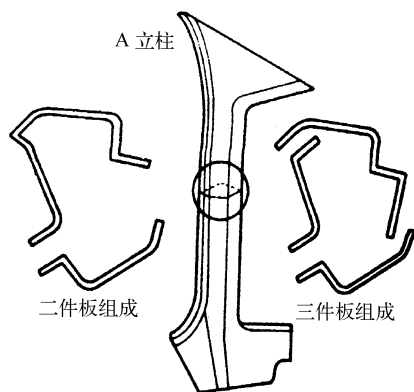


图 9.11 A 立柱构件

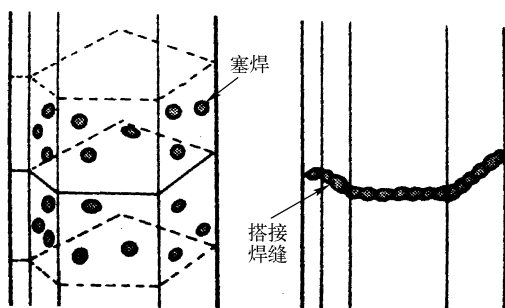


图 9.12 A 立柱插入件对接

#### 5. B 立柱的分割与连接

B 立柱的切割要在 D 环下进行切割，其距离要避免切通 D 环固定点的加强件。对于 B 立柱，D 环的固定点加强件是焊到内件上的，一般无法使用插入件，仅在它的外件使用槽形插入件，应用偏置对接方式进行连接。

首先在现有的内件上搭接新的内件，而不将其对接在一起，并焊好搭接边缘。然后用点焊把槽形插入件焊接就位，并且用连续焊缝环绕外立柱进行封闭连接，如图 9.13 所示。

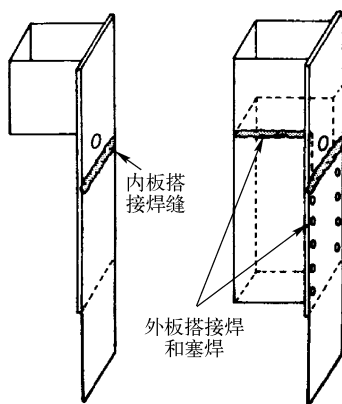


图 9.13 B 立柱的偏置对接

## 6. 地板的分割与连接

地板在进行切割作业时，要注意不要切穿任何加强件，特别是座椅安全带的固定装置。在进行搭接选择时，要让后部地板搭接到前板上，保证汽车下部地板的边缘总是指向后方。其目的是让地板的搭接边缘不要迎风，从而从前往后运动的道路飞溅物会从底部边缘流出而不会产生迎面撞击。地板搭接板件的分割、连接还要注意以下几点：

- (1) 用搭接焊接连接所有的地板。
- (2) 在搭接部位进行塞焊搭接。
- (3) 用弹性材料堵塞上边和向前的边缘。
- (4) 在下边，用连续的焊缝搭接焊重叠的边。
- (5) 用底漆、薄层保护层以及外涂层覆盖搭接焊缝，起保护作用和密封作用。

### 9.2.3 车身整体分割与连接的注意事项

在维修过程中，经常遇到车身的前部或后部遭受严重的损坏，损坏区域没有修复价值，有时候要通过车身整体分割来切除损坏的部分，然后把另一辆汽车的完好部分连接到需要维修的车身上，这种方式就是整体分割与连接。整体分割与连接与常规的车身损坏修理的方法相比，整体分割更实用，更经济，还可以缩短修理时间，对防腐性能影响较小。

#### 1. 车身整体分割的注意事项

车身整体分割操作，要采用适当的技术和工艺，正确地进行分割、匹配和焊接各个组件。在切割过程中应注意以下事项。

- (1) 所有的修理工艺规程、安装和焊接都需要事先和车主充分说明。
- (2) 重复使用的零部件，必须是同类型、同等质量的。
- (3) 核实悬架装置、制动装置和转向系统工作是否正常。
- (4) 切割前要检查前后两部分车身是否对正。如果不能对正，板件的配合间隙不能保证准确，会导致焊缝过大。
- (5) 地板上的加强件有时候需要拆下，但最好留在保留部分的车身上，以便安装的时候对中。

(6) 在分割时就要考虑连接和搭接方案。

## 2. 车身整体切割后连接的注意事项

- (1) 在连接前, 应对断面进行修整, 保证不影响装配质量和装配操作。
- (2) 在连接部位预先要钻好塞焊孔, 在电阻点焊部位去除油漆层并涂刷导电底漆。
- (3) 连接部位应使用插入件进行加强, 并保证位置对正准确。
- (4) 可以先进行定位焊接, 待检查定位正确后再实施焊接, 并边焊边进行检查, 防止焊歪。
- (5) 焊接后要进行防腐处理。
- (6) 要进行密封处理、隔热处理。

## 9.3 车身典型板件的更换

### 9.3.1 车门面板的更换

车门面板和其他车身板件一样, 可以进行整平、牵引复原。但当损伤程度严重时, 就需要采取更换车门面板法进行修复。

更换车门面板的步骤如下:

- (1) 拆卸车门之前, 要先检查车门铰链是否变形、车门与门洞的位置关系。还要查看面板的固定方式, 拆下车门玻璃。
- (2) 找到车门面板上的连接焊点, 用氧气乙炔焊炬和钢丝刷, 清除板件边缘焊点上的油漆。
- (3) 用焊点清除工具剔除焊点。
- (4) 在门框上贴上标记条, 分别测出面板边缘到标记条下边线的距离和面板边缘到门框的距离。
- (5) 用等离子弧切割机或砂轮机把面板与门框之间的钎焊缝剔除。
- (6) 打磨面板边缘的翻边, 如图 9.14 所示。注意只需磨掉边缘使其断开即可, 不要打磨到门框上, 也不要割炬来拆卸, 以免造成门框变形或被意外割坏。

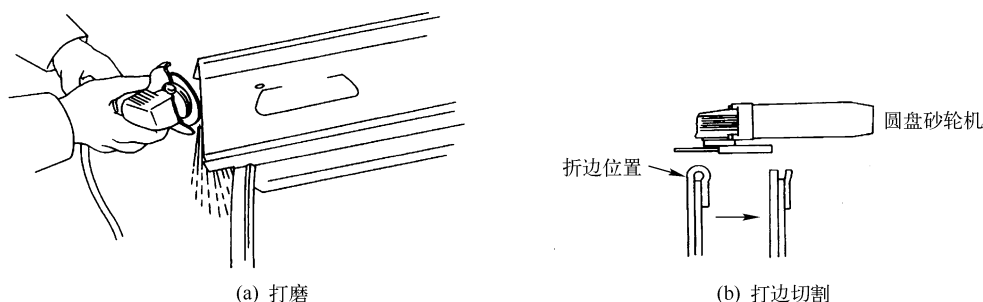


图 9.14 面板边缘打磨加工

(7) 用錾子手锤分离面板。待面板可以自由活动, 拆下面板, 同时要对内部损伤进行平整修理。

(8) 在组装前, 在所有的点焊区涂刷可焊透的防锈漆, 对其他裸露的金属表面先除锈, 然后用防锈底层涂料进行防腐处理。

(9) 准备安装新面板。先钻出塞焊孔, 用砂纸磨去焊接或钎焊部位涂层。安装隔音板, 在新面板背面涂上车身密封胶。

(10) 用手锤和托铁将面板的凸缘弯折, 折边, 如图 9.15 所示。

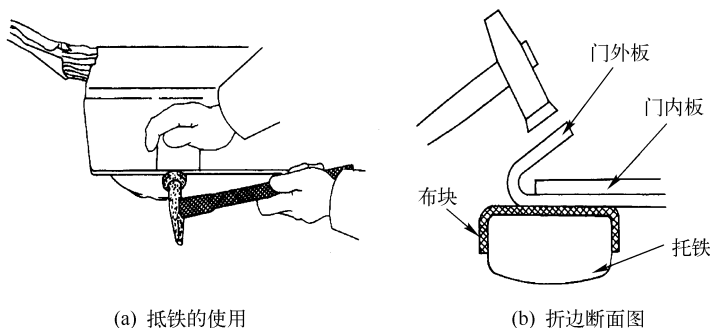


图 9.15 车门面板手工折边

(11) 当加工凸缘弯至与内面板成  $30^{\circ}$  角范围内时, 最好用翻边钳完成弯边, 如图 9.16 所示。

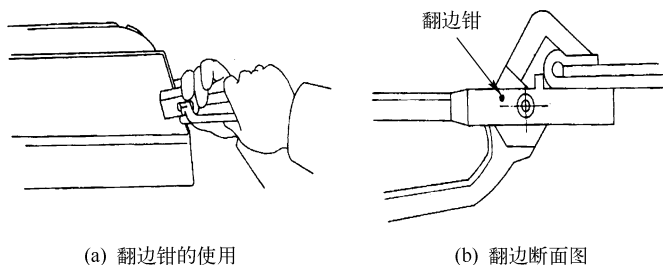


图 9.16 用翻边钳弯边

(12) 找准安装位置, 用点焊或塞焊进行焊接。

(13) 组合后检查和校准。将车门放入门洞中, 检查定位情况, 安装好装饰件。

### 9.3.2 翼子板的更换

由于翼子板的特殊安装位置, 导致其损伤的概率加大。若翼子板正面碰撞严重, 会导致碰撞后塌陷与褶皱同时出现。

翼子板出现损伤, 应根据其损伤程度, 采取相应的修复方法。当损伤严重, 修复困难或者没有修复价值, 而配件供应又比较容易时, 参照车主的意见, 可以采用整体更换的方法。

翼子板更换的步骤如下:

- (1) 拆下前保险杠, 拆下翼子板的固定螺钉, 卸下翼子板, 如图 9.17 所示。
- (2) 检查新翼子板, 应无变形, 无划痕。
- (3) 安装新翼子板, 调整好位置, 然后正确固定。
- (4) 装回保险杠。

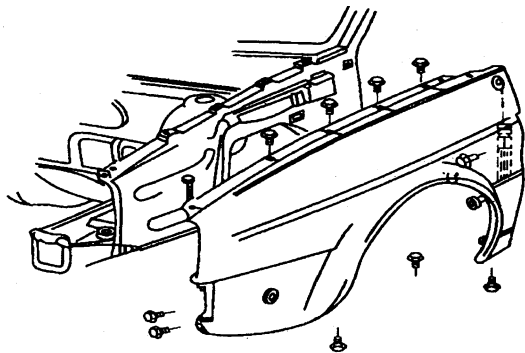
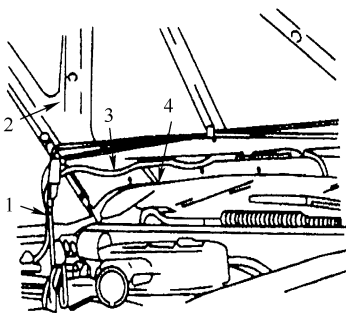


图 9.17 拆卸翼子板

### 9.3.3 发动机罩的更换

当汽车正面发生严重碰撞时，会使发动机罩出现拱曲、塌陷与褶皱等损伤。如果损伤严重，有时需要整体更换。更换发动机罩的步骤如下。

(1) 将挡风玻璃洗涤器喷嘴和软管拆离发动机罩，如图 9.18 所示。



1—发动机罩铰链；2—发动机罩；3—软管；4—喷嘴

图 9.18 玻璃清洗器喷嘴和软管的拆除

(2) 用旋具松开铰链上的紧固螺钉。如果发动机罩上装有气动杆，需要将气动杆拆下。

(3) 检查铰链及铰链支座是否发生损伤和变形，如果发现损伤和变形，应在更换安装新发动机罩之前进行修理或校正。

(4) 检查新发动机罩，在发动机舱上进行比对，如果差异较大，确认是否是型号不对，或者是否是发动机舱变形恢复没有达到要求，如果发动机舱变形没有完全恢复，需要进一步修复。

(5) 安装发动机罩。先将后侧两个铰链连接，再将发动机罩总成放到车身原来位置上，拧好铰链紧固螺钉。

(6) 调整发动机罩。安装发动机罩后，要检查发动机罩与翼子板及前围之间的各部间隙是否合适，如图 9.19 所示；还要检查发动机罩高度方向是否合适。如果不合适，应及时进行调整。间隙调整时，可以将铰链固定螺钉稍微松开，然后扣上发动机罩。将其位置调整后，轻轻揭开发动机罩，并打开到合适的位置时，让他人将螺钉紧固。当缝隙合适，开关自如时，进一步紧固铰链螺钉。

对于换装的新发动机罩，如果不能简单的通过调整铰链达到调整的目的，应调整发动机罩边缘的曲线，甚至进一步检查并测量发动机舱。

(7) 扣上发动机罩进行检查。检查发动机罩能否完全锁牢，如图 9.20 所示。

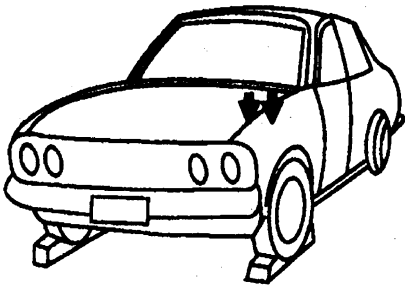
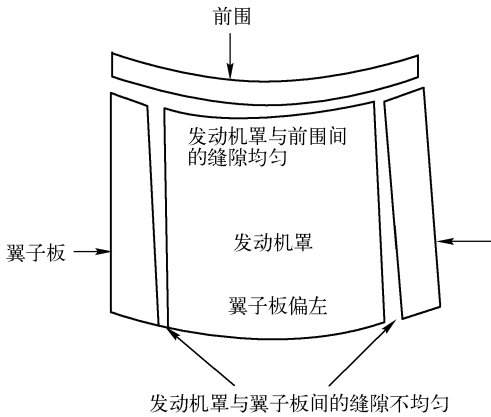
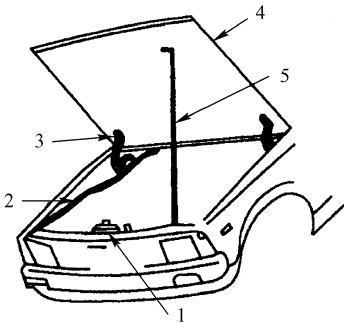


图 9.19 发动机罩与翼子板及前围之间的间隙调整

图 9.20 发动机罩扣上时的检查

(8) 打开发动机罩检查，如图 9.21 所示。检查发动机罩锁扣是否平稳解脱，罩锁扣钢丝绳工作是否正常，发动机罩的铰链是否有自由行程，发动机罩的支撑杆或者气动杆是否可靠的支起。



1—罩锁扣；2—钢绳；3—罩铰链；4—发动机罩；5—罩支撑柱

图 9.21 打开发动机罩的检查

(9) 安装挡风玻璃洗涤器喷嘴及软管。

9.3.4 保险杠的更换

保险杠分别装在汽车前后两端，不仅能有效的保护车身，还有利于减轻对碰撞物（或人）的损害程度，同时也是汽车的外部装饰，起到重要的美化汽车外形的作用。

1. 保险杠的类型

保险杠一般分为基本型和能量吸收型两种类型。

普通型保险杠基本构造如图 9.22 (a) 所示。钢制的保险杠防护板用支架、用刚性连接方式装配在车身的纵梁的前后端，起导流作用的保险杠外罩兼做装饰件装在外侧。

能量吸收型保险杠具有吸收冲击能量的功能，可以降低汽车发生碰撞或追尾事故造成的损失。如图 9.22 (b) 所示，为能量吸收型保险杠的典型构造。靠车身一侧为钢制的保险杠支撑板，将合成泡沫塑料或多孔橡胶等填充于防护板与外罩之间，如图 9.22 (c) 所示。当汽车受到轻度冲击时，依靠填充材料在冲击、压迫时产生的瞬间变形，直接吸收冲击能量。

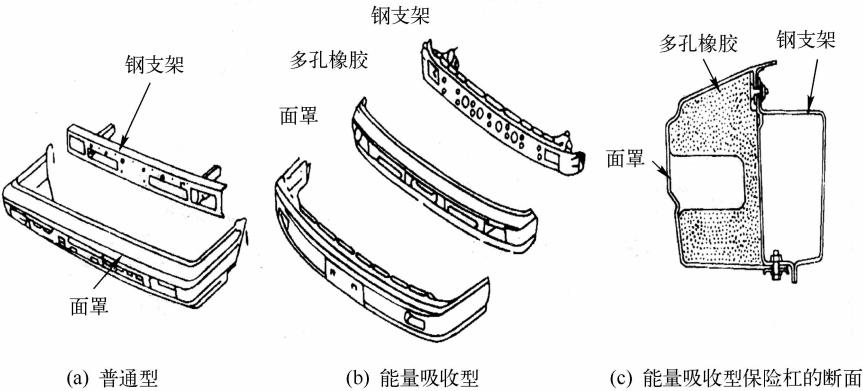


图 9.22 汽车保险杠

## 2. 保险杠吸能器

为了提高吸能效果，有的车还在保险杠和车身之间装有保险杠吸能器，在碰撞时，主要依靠吸能器吸收冲击能量。

吸能器有液压式、弹簧加载式、隔离器式几种类型。

液压式吸能器类似悬架装置中的减振器，如图 9.23 所示，是利用液体流动过程中产生的阻尼作用吸收能量。

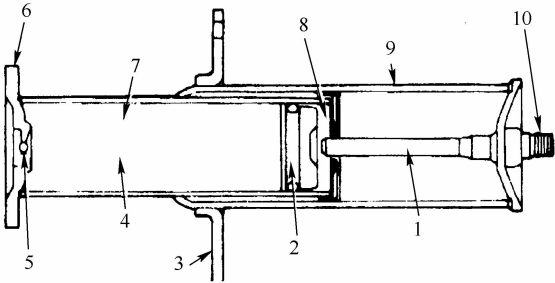
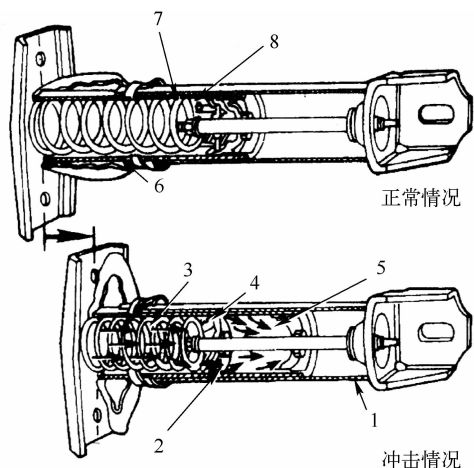


图 9.23 液压吸能器剖面图

弹簧加载式吸能器，如图 9.24 所示。在冲击时，流体从储存器经过量阀进入外汽缸。当冲击力释放时，吸能器的弹簧使保险杠回到原来的位置。

隔离器式吸能器的基本结构如图 9.25 所示。在受到冲击时，在隔离器与车架之间的橡胶垫随着冲击伸展，橡胶的变形就能吸收冲击产生的能量。当冲击释放时，橡胶恢复原形（断裂除外），从而使保险杠回到原来的位置。



1—外汽缸；2—阀；3—流体储存器；4—流体孔板；  
5—冲击的流体固定部位；6—内汽缸；7—回动弹簧；  
8—冲击后流体返回储存器

图 9.24 弹簧加载式吸能器结构

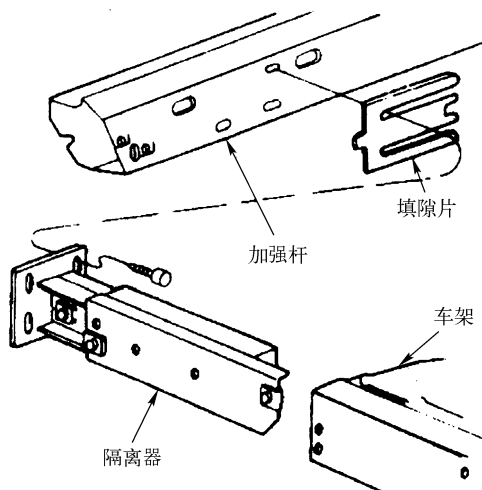
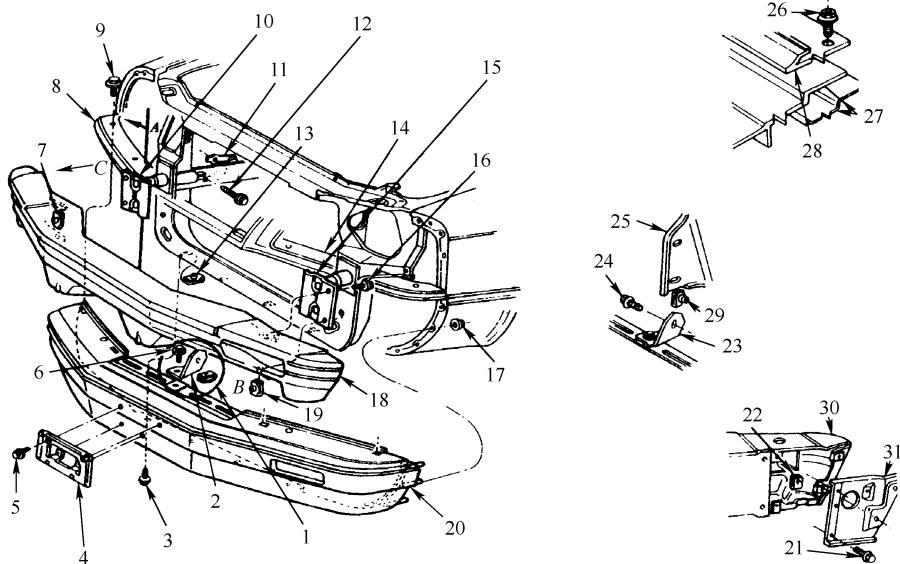


图 9.25 隔离器式吸能器基本结构

### 3. 保险杠及吸能器的更换

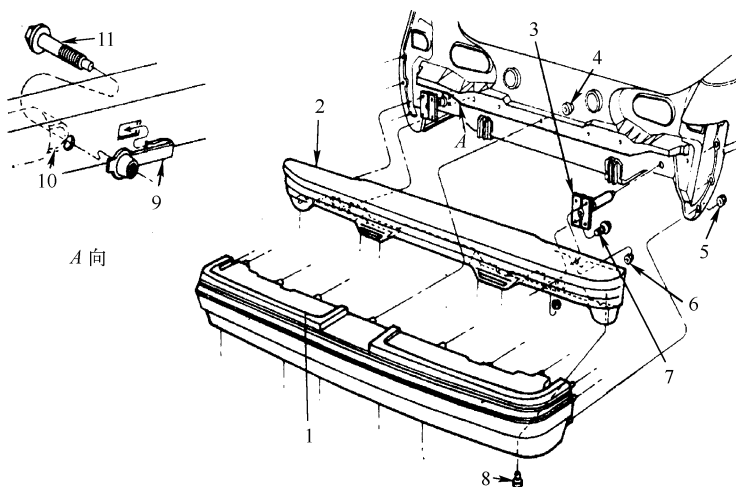
在更换保险杠之前，必须弄清保险杠以及吸能器的结构。有时候需要先拆下防护板、停车灯、风窗清洗器软管及其他必须拆除的部件。如图 9.26 和图 9.27 所示，为典型的前、后保险杠装配与连接图。



1、7、13、17、19、22、29—螺母；2—保险杠盖支架；3—螺钉；4—牌照；5—波音铆钉；  
6、12、16、21、24—螺栓；8、14、28—格栅板口；9、26—螺钉与垫圈组件；  
10、15—隔离器和托架组件；11—J 型螺母；18、30—保险杠组件；20—保险杠盖组件；  
23—保险杠盖支撑；25—发动机罩锁支撑；27—前盖组件；31—保险杠端拉条

图 9.26 典型前保险杠连接方法





1—盖组件；2—保险杠组件；3、10—隔离器和托架组件；4、5、6—螺母；7—螺栓；  
8—挂销；9—螺母和保持器组件；11—螺栓

图 9.27 典型后保险杠连接方法

对装有吸能器的保险杠在更换时，必须先拧下与托架连接的螺栓，并注意以下事项：

(1) 防振吸能器是一个小压力容器，在拆装时，不要使其受热或弄弯。如果要在吸能器附近切割或焊接，应该先把吸能器拆卸下来。

(2) 如果吸能器由于产生冲击而跳开，应在从车上拆下之前释放气压。方法是在汽缸的前端钻孔，然后再拆下保险杠和吸能器。

(3) 在操纵、钻孔或拆卸跳开的吸能器时，必须戴上护目镜进行防护。

(4) 更换保险杠必须先试验吸能器的性能。

(5) 用螺栓固定保险杠后，应检查并调整保险杠与翼子板和前格栅的距离，应保证间隙均匀一致。如果不符合要求，应调整装配螺栓，装配托架允许保险杠做上、下、左、右及进、出的调整。必要时也可在保险杠和装配托架之间加设垫片，用以调整保险杠的位置，调整后将所有螺栓按规定扭矩紧固。

## 复习思考题

1. 为何不允许任意切割结构件？
2. 对电阻电焊焊点进行分离可以使用哪些工具？
3. 车门板更换的主要步骤有哪些？
4. 在切割 A 立柱 B 立柱时有哪些注意事项？
5. 更换发动机罩的步骤有哪些？
6. 车身整体分割的注意事项？
7. 车身整体切割后连接的注意事项？
8. 结构件基本连接形式有哪几种？

## 第三篇 汽车车身涂装修复

汽车车身因事故损伤进行修复后，或者车身表面产生腐蚀、划痕、涂层脱落，以及由于个性需要或特殊需要，进行车身表面颜色更换时，都需要进行车身涂装修复，以恢复车身表面到原车出厂的表面状态，从而达到美化车身外表，隔离外界腐蚀性介质对车身表面的腐蚀，延长车身使用寿命的目的。

# 第 10 章 涂料的一般知识

## 学习目标：

- 1. 了解涂料的分类及性能。
- 2. 掌握辅助材料的功能。
- 3. 熟知汽车常用涂装材料的作用和性能。
- 4. 了解进口涂料的相关知识。
- 5. 能正确选用涂料和安全使用涂料。

涂料是涂在物体表面能形成具有保护、装饰或特殊性能的固态涂膜的一类液体或固体材料的总称。在汽车涂装修复中，所用的涂料品种较多，而且随着科学技术的发展，涂料新品种也不断出现，涂料的选择和涂层的质量决定着汽车车身涂装质量，因此有必要掌握涂料产品的分类、命名和编号。

## 10.1 涂料的分类与性能

### 10.1.1 涂料的分类

涂料按其属性分为两大类：有机涂料和无机涂料。有机涂料广泛应用于金属、木材、塑料等材料表面的保护和装饰；无机涂料主要用在土建领域。汽车涂装用涂料为有机涂料。

#### 1. 涂料的组成

涂料主要由五大类材料组成，如表 10.1 所示。

表 10.1 涂料的组成

涂料的组成	组成材料名称	类 别	品 种 名 称
主要成膜物质	油 料	干油性	桐油、亚麻油、锌油等
		半干油性	豆油、葵花籽油、玉米油等
		不干油性	蓖麻油、椰子油等
	树 脂	天然树脂	虫胶、松香、天然沥青等
		合成树脂	酚醛、醇酸、氨基、环氧、丙烯酸等
次要成膜物质	颜 料	着色颜料	钛白、氧化锌、氧化铁红、铬黄、炭黑等
		防锈燃料	红丹、锌铬黄、偏硼酸钡等
		体质颜料	太白粉、钛白、重晶石粉、滑石粉等
辅助成膜物质	溶 剂	助溶剂	二甲苯、松节油、乙醇、丁醇等
		稀释剂	石油溶剂、脂、酮、混合溶剂等
	添加剂	添加剂	固化剂、催干剂、流平剂、防老化剂、催化剂、增塑剂、防结皮剂、湿润剂、悬浮剂、紫外线吸收剂、防潮剂等

油料和树脂是涂料组成中的基础，是涂料的主要成膜物质，起固着黏结作用，能把颜料等其他成膜物质黏结起来形成涂层，起到保护表面和装饰作用。涂料的许多特性，主要取决于这两个部分的性能。

颜料是涂料的次要成膜物质，是不挥发物质之一，使涂料具有一定的着色能力，显现一定的颜色，增加涂层的厚度和提高遮盖力，能起到调色、装饰和标志作用。颜料分着色颜料、体质颜料和防锈颜料三类。

溶剂是辅助成膜物质，包括助溶剂和稀释剂两种。溶剂能溶解并稀释涂料中的成膜物质，改善涂层的性能。稀释剂的主要作用是用来调整涂料的黏度，有利于形成均匀光滑的涂层。

辅助材料也是辅助成膜物质，又称助剂。其主要作用是辅助成膜物质改善涂料的性能、延长储存时间、扩大涂料的应用范围、改进和调节涂料的施工的性能、保证涂装品质等。辅助材料有些是在涂料制造时就添加到涂料之中的，如悬浮剂、紫外线吸收剂等；有些需要根据施工情况进行添加，如防潮剂、流平剂、减光剂等。在使用涂料的过程中，最主要的是施工中添加的辅助材料，必须要根据使用情况合理添加，否则会影响涂层质量。

(1) 催干剂。催干剂是一种能加速涂层干燥的物质，多应用于醇酸树脂涂料中。催干剂能促进涂膜中的树脂进行氧化——聚合作用，大大缩短涂膜的干燥时间。尤其在冬季低温施工环境下，由于涂膜干燥很慢，加入催干剂后，在环境温度不变的情况下，干燥时间也会明显缩短。

(2) 固化剂。固化剂多为酸、胺、过氧化物等物质。固化剂与涂料中的合成树脂发生反应而使涂膜干燥固化。该类型的涂料在未加入固化剂时，一般不会干燥结膜，而与固化剂混合后，在常温下即可发生化学反应而干燥固化，如果能适当加温则效果更好。不同的树脂涂料所用的固化剂的成分也不同，例如，聚酯树脂用过氧化物作为固化剂；环氧树脂用胺类作为固化剂；丙烯酸聚氨酯类用含异氰酸酯类作为固化剂等。在使用中应按要求选用。

(3) 防潮剂。防潮剂也叫化白剂、化白水，由高沸点的脂类、酮类溶剂组成。将防潮剂加入硝基漆等自然挥发型涂料中，可防止涂膜中的溶剂挥发时产生的泛白现象。另外，施工环境温度过低时，或者空气湿度过高以及喷涂用的压缩空气含有水分过多时，也会引起泛白，在涂料中加入适量的防潮剂后，由于高沸点的溶剂增多，可减缓溶剂的挥发速度，减少水分凝结现象的发生。

(4) 紫外线吸收剂。紫外线吸收剂对阳光的紫外线有较强的吸收能力，将其添加到涂料中，可减少紫外线对涂膜的损害，防止涂膜粉化、老化和失光等。

(5) 悬浮剂。悬浮剂主要用来防止涂料在储存过程中产生结块。在涂料中加入悬浮剂后，可使涂料稠度增加，并且松散容易调和。

(6) 流平剂。流平剂主要作用是降低涂料的表面张力，防止缩孔的产生，增加涂膜的流平性能。在喷涂时，由于被涂表面清洁不够彻底，有残存油脂、蜡渍等，或者由于压缩空气中含有未过滤的油，会由于该部分涂膜表面张力增大而产生缩孔现象。出现此种现象，可在涂料中适量加入流平剂，其缩孔现象就会大大改善。

(7) 减光剂。减光剂具有降低涂膜光泽的作用。在实际应用过程中，有些特殊的部位，如保险杠等，需要得到亚光效果，就需要加入适量的减光剂以达到所需的要求。

2. 涂料的分类

国外的涂料产品都是根据各国的具体情况进行分类的，没有统一的国际标准，使用不同国家和不同品种的涂料，应先了解其涂料的产品类别，防止出现影响涂装质量事故的发生。

(1) 按涂料中主要成膜物质分。我国化工部 1988 年制定的以涂料基料（涂料的基本构成物）中主要成膜物质为基础的分类方法。当主要成膜物质为混合树脂时，则按在漆膜中起主要作用的一种树脂为基础作为分类依据。这样就可以根据其类别、名称，了解其组成、特性及施工方法等。根据此分类方法，将涂料产品分为 18 大类，具体如表 10.2 所示。

表 10.2 涂料分类表

序 号	类 别	代 号	主要成膜物质
1	油脂	Y	天然植物油、鱼油、合成油等
2	天然树脂	T	松香及其衍生物、虫胶、乳酪等。动物胶、天然漆及衍生物等
3	酚醛树脂	F	酚醛树脂、改性酚醛树脂、二甲苯树脂
4	沥青	L	天然沥青、煤焦沥青、石油沥青
5	醇酸树脂	C	甘油醇酸树脂、改性醇酸树脂及其他醇类的醇酸树脂等
6	氨基树脂	A	三聚氰胺甲酸树脂、聚酰亚胺树脂
7	硝基纤维	Q	硝基纤维素、改性硝基纤维素
8	纤维脂 纤维醚	M	醋酸纤维、乙烯纤维、苯基纤维、乙基纤维、羟甲基纤维、乙酸丁酯纤维等
9	过氯乙烯树脂	G	过氯乙烯树脂、改性过氯乙烯树脂
10	烯类树脂	X	聚二乙烯基乙炔树脂、氯乙烯树脂、聚酯酸乙烯共聚物、聚乙烯醇类树脂、含氟树脂、氯化聚丙烯
11	丙烯酸树脂	B	丙烯酸树脂、丙烯酸共聚物及其改性丙烯酸树脂
12	聚酯树脂	Z	饱和聚酯树脂、不饱和聚酯树脂
13	环氧树脂	H	环氧树脂、改性环氧树脂
14	聚胺酯树脂	S	聚氨基甲酸脂
15	元素有机聚合物	W	有机硅、有机钛、有机铝
16	橡胶	J	天然橡胶及其衍生物、合成橡胶及其衍生物
17	其他	E	除以上成膜物质外的成膜物质
18	辅助材料		稀释剂、防潮剂、催干剂、固化剂、脱漆剂等

在这 18 类中，表中前 4 类使用植物油和天然树脂作为主要原料，产品性能和质量不好，通常称为油性涂料（油漆或涂料）；后 13 类采用合成材料作为原料的比重比较大，有的甚至完全是以合成树脂作为主要成膜物质，通常称为合成树脂涂料。第 18 类涂料为辅助材料类，包括稀释剂、助溶剂、催干剂、防潮剂、催化剤、固化剂、脱漆剂等。辅助材料分类表如表 10.3 所示。

表 10.3 辅助材料分类表

序 号	代 号	类 别
1	X	稀释剂
2	F	防潮剂

序 号	代 号	类 别
3	G	催干剂
4	H	固化剂
5	T	脱漆剂

(2) 按固化机理分。可将涂料分为溶剂挥发型和化学反应型两大类。

① 溶剂挥发型。这类涂料是靠溶剂的挥发而干燥成膜，构成涂料的树脂分子在涂料状态时已经是高分子，在成膜过程中，只有溶剂挥发，树脂分子本身不发生化学反应。

这类涂料包括硝基纤维素涂料、热塑性丙烯酸树脂涂料，以及各类改性丙烯酸树脂涂料等。

② 化学反应型。构成这种涂料的树脂分子，在涂料状态时分子量较小，形成涂膜的过程中，需要产生化学反应，逐步结成分子量很大的高分子。

化学反应型涂料一般可分成四种类型，即氧化固化型、热固化型、双组分固化型、催化固化型。

氧化固化型涂料的干燥主要在常温空气中，靠自身的氧化和聚合反应而形成坚硬的漆膜。包括醇酸树脂涂料和丙烯酸改性醇酸树脂涂料等。

热固化型涂料干燥是靠成膜物质在高温作用下起交联反应固化而成膜。这类涂料包括热固性丙烯酸涂料、热固性环氧树脂涂料等。

双组分固化涂料的两种活性组分分开包装，施工时将两种活性组分按比例进行混合，活性基团交联反应而固化成膜。固化速度与环境温度和固化剂加入量有关，如果固化剂加入过多，某些涂料的干燥速度反而降低，而且涂膜的脆性加大，因此，必须按比例配比。这类涂料包括丙烯酸——环氧树脂涂料、丙烯酸——聚氨酯树脂涂料等。

催化固化型涂料主要包括有机过氧化物、氨蒸气和湿气的催化物质固化的涂料。由于这类涂料需要特殊的催化剂干燥，施工工艺比较复杂，所以应用较少。

(3) 按涂料的组成中是否有颜料分。按涂料中是否含有颜料，可将涂料分为三种类型：

① 清漆。涂料的组成成分中，没有颜料或体质颜料的透明体，称为清漆。

② 色漆。在涂料的组成成分中，加有颜料和体质颜料的有色漆，称为色漆。

③ 腻子。加有大量体质颜料的稠厚浆状体，称为腻子，学名为原子灰。

(4) 按溶剂构成分。按溶剂构成情况，可分为以下三种类型：

① 无溶剂涂料。在涂料的组成中，没有挥发性稀释剂，称为无溶剂涂料。其中呈粉末状的称为粉末涂料。

② 溶剂涂料。涂料的组成中，以一般有机溶剂作为稀释剂的，称为溶剂涂料。

③ 水性涂料。在涂料的组成中，以水作为稀释剂，称为水性涂料。

除了按以上几种分类方法外，还有其他的分类方法，例如，按施工方法分，有刷漆、喷漆、烘漆、电泳漆、粉末涂装漆等；按涂料作用分，有底漆、面漆、罩光漆、腻子等；按涂料的作用效果分，有绝缘漆、防腐漆、防锈漆等。

3. 涂料的命名及型号

我国对涂料的命名规定如下。

(1) 涂料的命名原则。涂料的名称由三个部分组成。

涂料名称 = 颜色或颜料名称 + 成膜物质名称 + 基本名称

涂料名称是将颜色（颜料）放在成膜物质前面，再加上基本名称。如果颜料对漆膜性能起显著的作用，则可以用颜料的名称代替颜色的名称。例如，铁红醇酸底漆、锌黄酚醛防锈漆、白色丙烯酸磁漆等。

涂料名称中的成膜物质名称应适当简化，如聚氨基甲酸酯简化成聚氨酯等。

如果基料中含有多种成膜物质，则选取其中起主要作用的一种成膜物质命名，必要时也可以选取两种成膜物质命名，主要成膜物质名称在前，次要成膜物质名称在后，例如，环氧硝基磁漆、硝基醇酸磁漆等。

对于名称中的基本名称，仍采用我国广泛使用的名称，如清漆、磁漆、调和漆等，涂料基本名称及代号如表 10.4 所示。

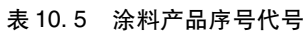
- 基本名称编号采用 00 ~ 99 两位数字，其中基本名称代号划分如下：
- 00 ~ 13 代表涂料的基本品种
  - 14 ~ 19 代表美术漆
  - 20 ~ 29 代表轻工用漆
  - 30 ~ 39 代表绝缘漆
  - 40 ~ 49 代表船舶漆
  - 50 ~ 59 代表防腐漆
  - 60 ~ 79 代表特种漆
  - 80 ~ 89 代表其他用途漆

表 10.4 涂料基本名称及代号

代号	基 本 名 称	代号	基 本 名 称	代号	基 本 名 称
00	清油	22	木器漆	53	防锈漆
01	清漆	23	罐头漆	54	耐油漆
02	厚漆	30	（浸渍）绝缘漆	55	耐水漆
03	调和漆	31	（覆盖）绝缘漆	60	耐火漆
04	磁漆	32	（绝缘）磁漆	61	耐热漆
05	粉末涂料	33	（黏合）绝缘漆	62	示温漆
06	底漆	34	漆包线漆	63	涂布漆
07	腻子	35	硅钢片漆	64	可剥漆
09	大漆	36	电容器漆	66	感光涂料
11	电泳漆	37	电阻漆、电位器漆	67	隔热漆
12	乳胶漆	38	半导体漆	80	地板漆
13	其他水溶性漆	40	防污漆	81	鱼网漆
14	透明漆	41	水线漆	82	锅炉漆
15	斑纹漆	42	甲板漆、甲板防滑漆	83	烟囱漆
16	锤纹漆	43	船壳漆	84	黑板漆
17	皱纹漆	44	船底漆	85	调色漆
18	裂纹漆	50	耐酸漆	86	标志漆、马路画线漆
19	晶纹漆	51	耐碱漆	98	胶液
20	铅笔漆	52	防腐漆	99	其他

凡是必须烘烤干燥的漆，名称中应加上“烘”或“烘干”字样，如环氧树脂烘漆等。如果没有标出则表明该漆是常温干燥或烘烤干燥均可。

涂料型号由三个部分组成。第一部分是成膜物质，用汉语拼音字母表示（见表 10.2）；第二部分是基本名称，用两位数字表示（见表 10.4）；第三部分是序号代号，用于区别同一类型的不同品种，如表 10.5 所示。在前后两组数字之间加一短横将基本名称代号和序号代号分开。例如：



辅助材料型号由两部分组成。第一部分为辅助材料种类；第二部分是序号，用以区别同一类型的不同品种。由于各国对涂料制订的标准不一样，其名称及型号的含义也有所不同，使用时要仔细阅读涂料说明书。

$\frac{X}{\quad} - \frac{5}{\quad}$

序号

辅助材料种类 (稀释剂)

涂料的物理和化学性能取决于组成涂料的成分，成分不同，性能各有不同。

油脂类涂料是以各种干性油脂作为主要成膜物质，再加入催干剂和其他辅助材料混



合而成的一种涂料。其特点是：具有较好的渗透能力，附着能力强；与空气中的氧作用自行干燥成膜；干燥后涂层柔润性好，气味和毒性小；耐候性强、防锈能力好等，可调配成腻子。

## 2. 天然树脂类涂料

天然树脂类涂料是以天然树脂，加上各种干性植物油混合炼制后，再加入催干剂、有机溶剂、颜料等组成的一类涂料。这类涂料的成膜性好、外观光亮丰满、色泽鲜艳、装饰与保护性能好，但耐久性差，在空气中使用不长时间就会失去光泽，并容易发生龟裂、粉化等。另外，这类涂料的抗水性、耐热性也较差。

## 3. 酚醛树脂类涂料

酚醛树脂类涂料是用酚醛树脂和改性酚醛树脂为主要成膜物质，加入了桐油和其他干性油混合炼制后，加入颜料、催干剂、有机溶剂和其他辅助材料混合而成的一类涂料。这类涂料涂层坚硬、光亮、易干燥，有良好的电绝缘性能和防腐性能。这类涂料的不足之处是涂层易泛黄，且耐水性和机械性能差。

## 4. 醇酸树脂涂料

醇酸树脂涂料是由多元醇、多元酸及脂肪酸经缩合而成的醇酸树脂和改性醇酸树脂为主要成膜物质的涂料。这类涂料中有短、中、长油度的干性、半干性、不干性等三种醇酸树脂为主基料配制的多种品种，是合成树脂类涂料中最重要的一种类型。这类涂料具有优良的附着力、耐候性好、不容易老化、涂层光泽好、保光保色性好、涂层坚硬耐磨、机械性能好、耐油性能好等多种优点。

## 5. 氨基树脂类涂料

氨基树脂类涂料是以氨基树脂与醇酸树脂混合制成的。这类涂料经烘烤成膜，所形成的涂层附着力强、色泽鲜艳、机械强度高、光泽好，保光保色性好，具有耐油、耐水、耐碱、耐溶剂、耐热、抗老化等优点。缺点是涂层必须烘烤才能成膜，且烘烤温度不能过高，否则涂层会变色、变脆，导致涂层性能下降。

## 6. 硝基类涂料

硝基类涂料是以硝化纤维类、改性醇酸树脂、增韧剂，加入各种颜料及有机溶剂混合而成的一类涂料。在常温 25℃ 左右能快速自干，低温也可烘干。形成的涂层坚硬耐磨，经抛光打蜡后光泽发亮能延长使用寿命。但漆膜薄，耐水、耐温变、耐腐蚀性能较差。

## 7. 乙烯树脂类涂料

乙烯树脂类涂料是以含双键的乙烯及其衍生物本体聚合或共聚形成的乙烯树脂为主要成膜物质，再加入其他辅助材料调制而成的。该类涂料可自干或烘干。乙烯树脂涂料的共同特点是：涂层柔韧性好、色泽艳丽、保色保光性好、耐久不变色、不泛黄、附着力强、耐磨。其缺点是涂层耐溶剂性能差，涂层薄。

## 8. 聚酯树脂类涂料

聚酯树脂类涂料的主要成膜物质有饱和聚酯树脂和不饱和聚酯树脂两类。其中以不饱和聚酯树脂制成的涂料品种较多，这类涂料形成的涂层能自干也可烘干。涂料含溶剂少，涂层较厚、光亮丰满、保色保光性能好、坚硬耐磨、耐弱酸、耐弱碱等。缺点是涂层附着力差，涂层较脆，涂料稳定性差，难以保管。

## 9. 环氧树脂类涂料

环氧树脂类涂料是以环氧树脂和改性环氧树脂为主要成膜物质的一类涂料，这类涂料干燥成膜后其涂层坚硬耐磨、柔韧性好，耐水、耐热、耐腐蚀，附着力好，电绝缘性好。其缺点是不耐紫外线，室外使用时涂层容易失光、龟裂和粉化。

## 10. 聚氨酯树脂类涂料

聚氨酯树脂类涂料是以聚氨基甲酸酯树脂为主要成膜物质。有优良的附着力，涂层光滑平整、坚硬而柔韧，色泽鲜艳装饰性能好，能耐油、耐酸、耐碱腐蚀，保色保光性好。缺点是涂料必须现用现配，在潮湿的情况下进行涂装，涂层易起泡，涂层毒性大。

### 10.1.3 涂层质量的技术指标

涂层质量是指涂料形成涂层后的各种机械物理性能和化学性能。

#### 1. 涂料的黏性

液体在外力作用下流动时，液体分子间的内聚力会阻碍分子相对运动，即分子之间产生一种内摩擦力。液体这种内摩擦力抵抗流动的特性就称为液体的黏性。

在规定的条件下采用特定的黏度计测出的液体黏度称为相对黏度。我国采用恩氏黏度，没有单位，只是一个比值。

涂料的黏度不合适，会引起各种涂层缺陷，所以应正确选用涂料。

#### 2. 涂层附着力

涂层附着力是指涂膜与被涂物体表面的结合力，表示它们之间的牢固程度。涂层附着力有七个等级，1级最佳，7级最差，一般涂层的附着力均要求在3级以内。

各种底漆、防锈漆的附着力为1~2级，硝基底漆、过氧乙烯底漆在2级左右，硝基二道底漆为3级，醇酸底漆、环氧底漆等都达到1级；各种磁漆附着力在1~2级，醇酸磁漆、酚醛磁漆、氨基磁漆、丙烯酸漆等均是1级。

#### 3. 涂层的颜色和外观

涂层的颜色和外观是反映涂料的物理性能，体现装饰性的重要技术指标。普通面漆的颜色应符合国家规定的技术允差范围，外观应平整、光滑。

#### 4. 涂层的柔韧性

涂层的柔韧性反映涂膜受到冲击或受力发生弯曲延伸时不发生破坏的极限程度。在某种

程度上也表示了涂层的附着力指标。一般以涂膜的弯曲直径来表示，最好为 1mm，最差为 15mm。

## 5. 涂层的抗冲击强度

涂层在高负荷作用下抵抗变形的能力即为抗冲击强度，是涂层受到机械冲击后不发生裂纹、皱纹及剥落等破坏现象的极限强度。

## 6. 涂层光泽

涂层的光泽用涂层正反射量之比的百分数来表示。一般情况下，涂层的光泽越高，涂层的装饰性也就越好。

普通油基磁漆的光泽可达 90% 以上；各类清漆可达 95% ~ 100%；各色硝基磁漆为 70% ~ 90%；各色各类烘漆可达 90% 以上；各类半光磁漆的光泽在 30% ± 10% 之间；各类无光漆都小于 10%。

## 7. 涂层的耐水性

涂层的耐水性是指涂层浸泡水中时，能保持原状，不发生起泡、失光、生锈或从水中取出有变色现象，但过一定时间能恢复原状的性能。浸泡的极限时间就是涂层的耐水指标。

酚醛漆耐水性比醇酸漆好。氨基漆和聚氨酯漆耐水性比酚醛漆好。

## 8. 涂层的耐热性

涂层在高温条件下，在一定时间内不发生破坏现象的性能，就是涂层的耐热性。用极限温度来表示。

## 9. 涂层的耐腐蚀性

涂层的耐腐蚀性是指涂层抵抗酸、碱、盐等化学物质侵蚀的性能。一般将涂层浸泡在一定浓度的酸液、碱液或盐溶液中，把不发生涂膜破坏的极限时间作为该涂层的耐腐蚀指标。

## 10. 涂层的“三防”和耐候性

在湿热地区使用的涂层，抵抗湿热、盐雾、霉菌侵蚀的能力称为涂层的“三防”性。在某种程度上也反映涂层的防腐性。

涂层的耐候性是反映涂层在户外使用的寿命，对装饰性涂层十分重要。户外装饰要求越高，对耐候性要求也就越高。

涂层耐候性指标分为优、良、中、差、劣五个等级，户外中、高级装饰涂层的耐候性要求在优、良级。

# 10.2 汽车涂装的常用材料

汽车涂装常用的材料种类繁多，大致可分为底漆、腻子、中间涂料、面漆及其常用的辅助材料等。

## 10.2.1 底漆

底漆也称底层涂料，底漆是直接涂在经过表面处理的被涂物体表面上的第一道涂料。其主要作用是对金属基材有较好的附着力和防锈、防腐性能，同时对中间涂料和面漆也有很好的结合力。底漆是整个涂层的基础。

### 1. 底漆的分类

底漆根据其使用目的的不同可分为：头道底漆、头二道合用底漆、二道底漆、表面封闭底漆等。

(1) 头道底漆。颜料含量最低，填充性能较弱，具有较强的附着力，较难被砂纸打磨。由于含黏结剂较多，上层涂料容易与之牢固结合。

(2) 头二道合用底漆。颜料的含量比头道底漆多，相对来说，黏结剂含量较少，附着力不如头道底漆强，而具有较强的填充性能，往往被用做单独的底漆，也可作头道底漆。一般应用于具有很好平整度，而不必用腻子填嵌的工作表面上。

(3) 二道底漆。具有最高的颜料含量，其功能是填塞针孔、细眼等，具有良好的打磨性。在涂装过程中，腻子经打磨后，往往腻子表面有很多针孔、磨痕，在腻子层表面施工二道底漆，可使这些缺陷得到补救，与封闭底漆具有相似的功能。但二道底漆的附着力较差，所以在涂二道底漆后，必须把表面的底漆大部分磨去，否则会影响面层涂料的附着力，造成面层涂料浮脆、气泡等。

(4) 封闭底漆。封闭底漆含颜料成分较低，主要用于填平打磨的痕迹，给面层涂料提供最大的光滑度，使面层涂料丰满，并可防止产生失光、斑点等现象。

### 2. 对底漆的要求

(1) 在工件表面附着牢固，具有良好的附着力。

(2) 应具有适当的弹性，既能随工件材料的膨胀和收缩而不产生脆裂和脱落，也不致因为面漆的固化或老化时的收缩作用而折裂卷皮，能满足面漆耐久性的要求。

(3) 有一定的填充能力，即能填充工件表面的细孔、洞眼、细缝等，作为上层涂料的坚实基础。

(4) 底漆涂层应成为没有光泽的细致毛糙表面，以改变底面光滑不容易附着的状况，使上层涂料更容易附着。

(5) 要具有一定的防止咬起的能力，防止上层涂料中的溶剂溶蚀而咬起。

(6) 要能防止金属锈蚀，具有很好的防锈能力。

(7) 要方便施工，在施工过程中应易于流平而不易流挂，干燥迅速，干燥后坚硬而略松，易于打磨，打磨时不沾砂皮。施工后不致使面漆渗透下去，避免造成涂层失光、产生斑点等。

(8) 与高温干燥涂料配套使用时，底漆需要具有耐热性能，烘后应不失去弹性。

(9) 底漆应具有长期储存性能，长期储存时，应不变稠、不沉底结块，并能随时进行稀释使用。

常用底漆的型号、规格及其性能如表 10.6 所示。

表 10.6 我国汽车工业常用的底漆

涂 料 名 称	特 性	适 用 范 围
C06—1 铁红醇酸底漆	可喷涂或刷涂、自然干燥或 105℃ 下烘干 30min；漆膜附着力、强度、耐硝基性和耐久性均好；不宜在潮湿气候下使用	车身构件与底盘
C06—17 铁红醇酸底漆	性能与 C06—1 铁红醇酸底漆相似，但比 C06—1 铁红醇酸底漆耐水性略好，自干速度也较快	汽车
F06—1 铁红酚醛底漆	喷涂和刷涂均可，比 C06—1 铁红醇酸底漆的耐水性好，自干速度也快，但附着力和耐候性较差；价格低廉	汽车
F06—9 铁红锌黄纯酚醛底漆	比 F06—1 铁红酚醛底漆的耐水性、防锈性、耐候性要好；最好涂于磷化底漆之上，可与醇酸、氨基、纯酚醛面漆配套	汽车
F11—54 铁红酚醛电泳烘漆	采用电泳方法施工，经烘干后漆膜与 F06—9 相当，但附着力较强	汽车
H06—2 铁红锌黄环氧树脂底漆	能烘干，烘干后漆膜的附着力更好；机械性能及耐水、防潮性能优良；与磷化底漆配套使用，可提高漆膜的防潮、防盐雾和防毒能力；可与环氧、硝基、氨基、丙烯酸磁漆配套使用	汽车车身与底盘
H11—95 铁红环氧烘干电泳漆	采用电泳方法施工，涂后需要烘干，漆膜性能与 H06—2 铁红锌黄环氧树脂底漆相当	汽车车身与底盘
L06—39 沥青烘干底漆	在 200℃ 下烘干 30min；漆膜附着力较好且有良好的防潮、耐水、耐油脂性能；流平性好，适合浸涂	冲压件和挡泥板
Q06—4 各色硝基底漆	干燥快且漆膜坚硬、易打磨；具有耐机油和油脂的能力；但附着力、耐候性差，固体含量低	铸造类车身构件
G06—4 锌黄铁红过氯乙烯漆	干燥快，如果在 60℃ ~ 65℃ 下烘干 2h，可增加附着力和改善其他性能；耐化学侵蚀、耐湿热、防霉，并且能与过氯乙烯磁漆配套使用	铸造类车身构件

10.2.2 腻子

腻子是由大量填充料和以各种涂料为黏结剂所组成的一种黏稠的浆状涂料。其用途是用来填嵌工件表面的凹陷、气孔、裂纹、擦伤等缺陷，以取得均匀平整的表面。

腻子可以改变这个涂层的外观，但往往会在一定程度上降低涂层的机械强度和防护能力，因此应该尽量不用或少用腻子。

1. 腻子的组成

腻子的主要成分是填充料，占腻子总重的 70% ~ 80%。为了使腻子在施工时易标识，在腻子中加入极少量的氧化铁红、炭黑、铬黄等颜料，使其呈浅灰或棕红色。填充料是腻子的筋骨，对腻子的性质起很大的作用。

常用的填充料有：

- (1) 滑石粉。颗粒细而润滑，能增强腻子的弹性、抗裂性以及附着力，且易于刮涂，不起卷。但由于吸油量较高，用量不宜太多，以免消耗过多的黏结剂而增加成本，避免腻子干燥不彻底而出现干燥后发软的现象，也避免涂上面漆后造成气泡等缺陷。
- (2) 重质碳酸钙。又叫粗石粉，为 1 ~ 5μm 之间的颗粒碳酸钙粉，优点是吸油量小，价格也便宜，缺点是不易浸润且容易沉淀。
- (3) 轻质碳酸钙。颗粒为 0.5 ~ 2μm 之间的碳酸钙粉，优点是颗粒较细，使腻子 in 涂刮后匀整细密，减少针孔等，缺点是吸油量大，用量过大会降低腻子的弹性，腻子容易结块。

(4) 沉淀硫酸钡。颗粒在 0.5 ~ 2μm 之间，在腻子中的作用是与轻质碳酸钙相似，吸油量小，与涂料混合后黏性较小，容易刮涂，往往与轻质碳酸钙配合用于腻子中，可增加腻子的硬度。

(5) 石膏粉。用于腻子中能使腻子涂刮较厚，使用时必须同时加入水，使之转化成生石膏，一般用于自调腻子中，或者在填补比较显著的凹陷时，临时调入油性腻子。

(6) 黄丹或红丹。在腻子中加入少量，能使腻子干燥后增加固结度、硬度和抗水性。但用量过多，会使腻子过早失去弹性。

一般油性腻子，均采用中油度油基清漆为黏结剂，油与树脂的重量比为 1:1 ~ 3:1 之间。油的含量过高时，会使腻子干燥缓慢，干后发软，不容易打磨。油的含量过少时，腻子的黏结性能降低且易于吸水。油基清漆中的油类应具有易干燥、抗水性好和浸润能力好，避免颜料沉淀的性能，因此一般采用桐油和聚合亚麻籽油做油料。油基清漆中的树脂，可采用钙质松香、酚醛树脂及醇酸树脂等。

2. 汽车常用腻子

汽车常用成品腻子的性质和用途如表 10.7 所示。

表 10.7 汽车常用成品腻子的性质和用途

品 种	类 型	特 性	用 途
Q07—5 各色硝基腻子	快干型	干燥快、附着力强、易打磨，但干后收缩较大	常用于中、高级轿车填补空隙或喷涂头道面漆后，刮涂小砂眼用
C07—5 各色醇酸腻子	常温自干型	涂层坚硬，耐候性较好、附着力较强而不容易脱落、龟裂，但涂层不宜太厚，以免影响干燥而不易打磨	适用于中级轿车和旅游客车上涂覆过铁红醇酸底漆的金属或木材表面作为填嵌
H07—5 各色环氧腻子	常温自干型	腻子膜坚硬，耐潮性好，与底漆有良好的结合力，经打磨后表面光滑	高级轿车涂装的配套用料
H07—34 各色环氧脂烘干腻子	烘干型	具有刮涂性好、腻子干后坚硬、表面光滑、耐潮性好、附着力良好等特点	适用于金属制件填平的第二道或者第三道腻子，常用于中、高级轿车
G07—3 各色过氯乙烯腻子	快干型	干燥速度较快，打磨性、耐油性良好，附着力较好，施工不宜来回多次重复涂刮	适用于填平已涂有醇酸底漆或过氯乙烯底漆的钢铁及木质表面
A07—各色氨基烘干腻子	烘干型	附着力较好，干燥后易于打磨	适用于填平已涂有底漆的金属表面
Z07—1 聚酯腻子（原子灰）	双组分固化型	硬化快，不受天气影响；涂刮操作方便，干燥收缩小，易于打磨，表面细滑光洁，附着力强，能和多种底漆配套，不能在酚醛底漆、醇酸底漆上涂刮，以免脱落起泡	在高档汽车上使用，特别是轿车上都喜欢用它

10.2.3 中间涂料

中间涂料又叫二道浆，也称底漆二道浆。它处于底漆或腻子之上、面漆之下，用来提高其总涂层厚度，协助底漆和腻子填平细微凹陷等欠缺，以提高面漆的鲜映性及光泽的一类涂层。

早期汽车涂装工艺一般是二道涂层，即一道底漆，一道面漆，就是所谓的二涂二烘。中间发展成三道工艺，即一道底漆，一道中间涂层，一道面漆。顾名思义，二道浆就来源于此。现代汽车又发展成了四道甚至更多层涂装工艺。有时候为了提高涂层的抗石击性能，还要在中间涂层之上加涂一道抗石击的中间涂层。目前我国汽车工业，特别是高级汽车，在涂装系统中都采用了中间涂层。

目前，汽车上使用的中间涂料主要有以下两种。

(1) Q06—5 灰硝基二道底漆。干燥速度快，填平性好，专用于填平腻子孔隙及砂纸打磨痕迹。

(2) H06—16 各色环氧二道底漆。机械性能好，易于打磨，附着力好。

10.2.4 面漆

面漆是喷涂在整个涂层最外面的一层涂料。

面漆由于直接与光、水、气接触，同时又要满足美观的需要，所以对面漆提出更严格的要求。

常用的面漆主要有醇酸面漆、氨基醇酸面漆、硝基面漆、聚氨酯面漆、丙烯酸面漆、过氯乙炔面漆和聚酯面漆七个大类。

在我国用于汽车修补的涂料，目前还是以硝基、醇酸的为主，而在国外作为汽车修补主导产品的是丙烯酸聚氨酯树脂涂料、聚酯聚氨酯树脂涂料等。

目前我国国产汽车面漆规格型号如表 10.8 所示。

表 10.8 国产汽车面漆规格型号

涂 料 名 称	特 点	适 用 范 围
Q04—2 硝基外用磁漆	干燥快，易打蜡抛光，易施工；涂膜色泽鲜艳，但是户外耐久性差，需要上光蜡维护	汽车车身与底盘
Q04—34 和 Q04—31 硝基磁漆	改进了 Q04—2 的耐候性和保色保光性	高级轿车车身
C04—9 过氯乙炔外用磁漆	干燥快，漆膜可抛光打蜡；耐候性、耐腐蚀性、防潮性、防盐雾和防霉性均优于 Q04—2；对底漆要求无水、无油污，否则易引起面漆脱皮；抛光后的外观、光泽及耐汽油性差	寒带运行条件下的车身和底盘
C04—9 氨基烘漆	漆膜坚硬耐磨、丰满光亮；耐水、耐皂液、耐油和耐候性及附着力优良；耐温变性也好；但是漆膜不能抛光；与 F06—1 和 H06—2 配套使用，则耐湿热性更好	客车与中级轿车车身
B05—4 丙烯酸烘漆	是热固性漆，漆膜丰满，光泽度、硬度都良好，保光保色性极好，三防性能好	轿车车身
B04 特里川 - 热固性丙烯酸磁漆	耐候性好，漆膜丰满，能抛光，硬度显著优于一般的面漆	高级轿车车身

10.2.5 进口汽车涂料

最近十几年间，我国汽车涂装所用的材料市场发生了很大变化。主要表现为许多世界上著名的汽车用涂料制造厂商采取不同方式进入中国市场，一般采取在中国设立独资或合资公司，并有强大的销售网络。目前国外汽车涂料品种在国内汽车行业中的使用已经极为广泛。我国生产的中高档轿车、高档豪华客车等的喷涂和修补、改色或翻新主要使用国外汽车涂料。

国外汽车涂料进入中国市场的品种很多，如美国杜邦汽车涂料（DUPONT）、日本立邦低温汽车漆及关西（KANSAI）、英国的卜内门（ICI）、德国的巴斯夫汽车涂料生产厂生产的鸚鵡牌汽车涂料（BASF）、荷兰新劲汽车漆、PPG 环球达壮汽车修补系列涂料等品牌。进口汽车涂料价格昂贵，在使用时应根据车况和涂装要求进行合理选购。

### 1. 美国汽车涂料

美国进口汽车涂料主要是杜邦（DUPONT）。杜邦公司是有名的企业之一，目前已经成为全球最大的汽车涂料生产供应商。杜邦公司研制开发了很多种汽车涂料产品，如福星聚氨酯汽车面漆、先利达双组分汽车面漆及双组分清漆，还有先利达修补底漆 131SR、801R、830RHS、1020R 等，为大批量汽车流水线和汽车修补涂装提供了方便。

### 2. 日本汽车涂料

近年来国内汽车涂装主要使用的是立邦涂料。立邦涂料新型产品主要有双组分低温汽车面漆、中涂漆与底漆配套品种。这些漆的主要特点是：面漆漆膜流平性好，干燥快，保色、保光性能优良；中涂漆对底层的遮盖能力强，填密性能好，且漆膜的平整光滑度优良，干后的漆膜不需要磨光就可以直接喷涂面漆，因此可以节省材料、人工和时间，缩短涂装施工周期。

日本关西汽车涂料是进入中国汽车市场最早的一家国外涂料厂家，也是日本生产全套汽车涂料的两大厂家之一，从 1994 年起，在我国多个城市成立了专业生产涂料的合资公司，生产覆盖东北、华北、华南和西南的汽车生产基地。

关西汽车涂料的主要产品有阴极电泳底漆、中涂、素色面漆、金属底色漆、单光清漆、修补漆、塑料件用漆等汽车专用中、高档涂料。

### 3. 英国汽车涂料

目前国内常用的英国汽车涂料品种主要有 ICI 公司出售的 BELCO 硝基快干汽车漆产品系列与双组分汽车涂料两大类老牌产品。但是由于 BELCO 硝基快干汽车漆含有较多挥发性溶剂，有毒，对人体有不同程度的毒害，且环境污染也严重，现在已经逐渐淘汰。而双组分汽车漆所含的有机溶剂少，涂膜干后的厚度也比硝基快干汽车漆的涂膜质量好，目前已经广泛用于新车涂装、改色涂装以及修补涂装等。

使用双组分汽车涂料时，必须与该产品配套的固化剂与稀释剂混合调配，不能与其他产品混合使用，以免出现差错或影响涂装质量。

### 4. 德国汽车涂料

国内进口的德国汽车涂料主要有巴斯夫汽车涂料生产厂生产的鸚鵡牌高固化汽车涂料。该涂料有高温烘烤型，也有配套的自干型或低温烘干型，同时还有鸚鵡牌高固化双系列汽车修补涂料。BASF 集团涂料业务部是世界上生产汽车涂料的三大公司之一。

巴斯夫涂料的特点是：干燥更快、漆膜遮盖力和光泽度更佳、硬度高、易喷涂且流平性能好、漆膜丰满，同时抗紫外线和抗化学性能强、易上蜡抛光等。



## 5. 荷兰汽车涂料

荷兰进口的汽车涂料是新劲汽车漆（AKZO）。荷兰新劲汽车漆在我国汽车涂装行业也已经广泛应用，但比 PPG、杜邦、关西、立邦、巴斯夫等五大汽车涂料公司在中国汽车涂料市场上的占有率低。新劲汽车漆品种多，其中双组分烤漆适用于客车、豪华客车等。

除以上介绍的几种国外汽车涂料品种外，在汽车涂装的实际应用中，还有很多其他品牌，如 PPG 环球达壮汽车修补系列涂料，产品有单涂层 DG 高光泽面漆与双涂层 BC 金属底浆和 D800、D808 罩光清漆两种类型，另外，还有中国台湾唐荣汽车涂料等，也在国内汽车行业广泛使用。

在选用和使用国外涂料时，一定要注意涂料的主要性能，也要考虑价格因素。使用时要特别注意一定要严格按厂家提供的技术参数进行调配，按厂家的要求进行固化或烘烤，按厂家的技术规范进行喷涂操作，以达到最佳的喷涂效果，获得理想的漆膜质量。

## 10.3 涂料的选用与安全使用

汽车涂装作业所需的涂料因为种类繁多，各种底漆、中涂涂料和面漆涂料，其性能各不相同。有的相互之间可以配套使用，有的不可能一起使用，否则，可能导致涂膜质量降低，甚至使涂料报废或涂装工程返工。因此，在选用涂料时，要合理配套，这是一项很重要的工作，也是保证涂膜质量的关键。

在涂装车间，除合理选用涂料外，还应该保证整个作业过程安全可靠，这是保证涂装作业顺利完成，保证人身及财产安全必须要做到的事项。

### 10.3.1 涂料的合理选用

#### 1. 涂料的选择原则

##### (1) 底漆的选择原则

- ① 要满足基本材料（金属和塑料）对底漆的要求。
- ② 要满足车辆使用地域气候条件的特殊要求。
- ③ 要满足各种车辆不同档次对底漆的要求。
- ④ 要在车辆维修中，满足面漆对底漆性能的要求。

##### (2) 中涂层涂料的选择原则

- ① 中涂层涂料要满足与底漆和面漆附着力的要求。
- ② 在保证涂装质量的条件下，要求施工方便，生产率高，效益好。

##### (3) 面漆的选择原则

- ① 应满足与中涂层和底漆结合力的要求。
- ② 要满足各个档次汽车外表的不同要求。
- ③ 要满足地区环境对面漆的“三防”要求。
- ④ 在保证面漆性能质量的前提下，要求面漆施工方便，涂装效益好。

2. 金属对底漆的选择

不同的金属对底漆的要求不同，在选用底漆时应予以注意，如表 10.9 所示。

表 10.9 金属对底漆的要求

金 属 种 类	适用底漆品种
黑色金属	铁红醇酸底漆、铁红纯酚醛底漆、铁红酚醛底漆、铁红脂胶底漆、铁红过氯乙烯底漆、沥青底漆、磷化底漆、各种红丹防锈漆、铁红环氧底漆、铁红硝基底漆、富锌底漆、氨基底漆、丙烯酸底漆
铝及铝、镁合金	锌红纯酚醛底漆、环氧底漆、钙黄丙烯酸底漆、磷化底漆、锌黄醇酸底漆、锌黄酚醛底漆
锌金属	锌黄纯酚醛底漆、磷化底漆、钙黄丙烯酸底漆、环氧富锌底漆、环氧底漆、醇酸底漆、酚醛底漆
镉金属	锌黄纯酚醛底漆、环氧底漆
铜及铜合金	氨基底漆、磷化底漆、铁红环氧底漆、醇酸底漆、酚醛底漆
铬金属	铁红环氧底漆、醇酸底漆
锡金属	铁红醇酸底漆、环氧底漆、磷化底漆
铅金属	铁红环氧底漆、醇酸底漆
铜铜合金	铁红纯酚醛底漆、环氧底漆、磷化底漆、醇酸底漆、酚醛底漆、丙烯酸底漆
钛合金	钙黄氯脂—氯化橡胶底漆
镁及镁合金	锌黄纯酚醛底漆、锌黄环氧底漆、丙烯酸底漆、锌黄醇酸底漆、锌黄酚醛底漆

3. 环境对面漆的选择

在不同的环境气候条件下，对面漆的选择如表 10.10 所示。

表 10.10 各种环境条件下面漆的选用

涂料品种 环境条件	油性漆	脂胶漆	沥青漆	酚醛漆	醇酸漆	氨基漆	环氧漆	有机硅漆	过氯乙烯漆	丙烯酸漆	聚氨酯漆	硝基漆	乙烯漆
在一般大气环境下使用，对防腐和装饰性要求不高	△	△		△									
在一般大气环境下使用，但要求耐候性好，装饰性好	△				△							△	
在湿热条件下使用，要有“三防”功能				△		△	△		△	△	△		
在一般大气环境下使用，但要求防潮、耐水性好			△	△			△				△		△
在化工大气环境下使用，或者要求耐化学腐蚀性较好时使用			△	△			△		△		△		△
在高温条件下使用								△					

注：△号表示可选用。

4. 底漆和面漆的配套性

底漆和面漆在使用时，一定要考虑其配套性，具体如表 10.11 所示。

表 10.11 底漆和面漆的配套性

底漆 \ 面漆	醇酸	酚醛醇酸	乙烯醇酸	乙烯	乙烯丙烯酸酯	催化的环氧	环氧脂	环氧沥青	氧化橡胶	油酚醛	聚氨酯	聚酯玻璃片
醇酸	√	√	×	×	×	×	×	×	×	√	×	×
沥青（铝粉）④	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
乙烯/醇酸①	√	√	√	△	△	×	√	×	×	×	×	×
乙烯	√	√	√	√	√	×	×	×	√	×	×	×
环氧脂	√	√	×	×	×	×	√	×		√	×	×
催化的环氧②	×	×	△	△	△	△	△	△		×	△	△
无催化的环氧②	√	√	√			√	√			√	×	△
环氧锌粉	×	×	×	△	×	√	√	√	√	×	×	×
油/酚醛	√	√					√			√		
乙烯/环氧	√	√	√	√	√	×	√	×	√	√	×	×
环氧沥青	×	×	×	×	×	△	△	△	×	×	×	×
氯化橡胶	√	√	√	×	√	×	√	×	√	√	×	×
后固化无机锌粉③	×	×	×	△	×	△	△	△	×	×	×	×

注：√—正常可配套使用的；△—经认真表面处理则可配套；×——一般情况下不推荐；  
空格——不配套。

- ① 需用乙烯洗剂洗涤底漆。
- ② 可用喷砂后的底漆。
- ③ 可在没有面漆下使用。
- ④ 用本身做面漆或防污漆。
- ⑤ 可用乙烯防污漆。

5. 常用进口汽车底漆、腻子 and 面漆的合理配套

目前，汽车用面漆多以硝基漆、热塑性丙烯酸漆，以及聚氨酯双组分漆为主，而且都是国外大型涂料公司生产的，基本上都有配套使用的底漆、中涂层漆和面漆，并在产品说明书上有比较详尽的技术要求等。一般包括施工条件、产品质量检验方法等。这样，就给合理配套选用提供了方便条件，在使用过程中就更可靠，但是在选用时，也应该注意以下要求：

- (1) 在选择时，最好选择同一个国家的同一个厂家的系列产品。要选用配套的底漆、中涂层漆和面漆，甚至包括稀释剂、固化剂、防潮剂等辅助材料也应该一同选择。
- (2) 对于不同厂家生产的涂料，可根据同类型原料相同性能产品互换选用，但必须注意产品的使用要求，并认真阅读涂料产品的使用说明书，确保涂料产品正确选择，做到合理配套使用。

10.3.2 涂料使用安全防护

在涂装施工过程中，容易产生的安全问题，一般表现为涂料及其溶剂所引起的火灾、爆炸和中毒现象。涂料中含有有毒的添加剂、颜料和易燃的溶剂、各种树脂等物质，在施工过程中，这些有毒物质容易导致施工人员中毒，并会造成对大气、水源及施工环境的污染。易燃物质容易引起燃烧、爆炸的危险，因此必须引起足够的重视，做好安全防护工作。

## 1. 防火安全

(1) 施工场地必须设置防火设备, 如要有足够的灭火器、石棉毡、沙箱等灭火工具。每个工作人员应会使用防火设备, 懂得各种灭火方法。

(2) 在涂装场地严禁烟火, 不准携带各种火种进入施工现场。

(3) 擦拭涂料用的棉丝、棉布等物品应集中, 并存放在储有清水的密封桶内, 不要放在暖气或烘房附近。

(4) 施工操作时, 应避免金属之间因敲打、撞击、摩擦等, 以防产生火花而引起火灾。

(5) 涂料、稀释剂等易燃物品应存放在储藏柜内, 由专人管理, 不得存放在施工现场。

(6) 清洗工具后的稀释剂, 应集中存放, 不得倒入下水道或随意倾倒。

(7) 各种电器设备都应该使用防爆型电器, 并设在专门的配电间, 有专人管理和维修, 防止漏电和产生电火花而引起火灾。

## 2. 防毒措施

(1) 因为施工中, 涂料会散发很多有毒的气体, 往往会引起慢性中毒。因此车间内必须有良好的通风、防毒、除尘设备, 力求降低空气中有毒气体的含量, 减少有害气体对人体的伤害。

(2) 操作人员在涂装作业时应戴好各种防护用品。

(3) 皮肤上沾上涂料时, 不要用苯擦洗, 要用肥皂及少量松香水等及时擦洗, 再用清水冲洗干净。

(4) 聚氨酯漆中含有游离异氰酸根, 氨基固化环氧涂料用乙二胺、二乙烯三胺等, 均能引起中毒, 使用时一定采用预防措施, 严禁吸入或与皮肤接触。

(5) 在涂装含铅的涂料时, 不要采用喷涂工艺, 防止铅中毒。

(6) 操作人员要注意清洁卫生, 工作后要及时洗手, 每天工作后应洗澡, 工作服要勤换洗, 经常更换失效的口罩。

(7) 工作人员即使在通风良好的环境中工作时, 也应戴好口罩。不论在何处工作, 都应戴好防护眼镜。

## 复习思考题

1. 常用的涂料品种有哪些?
2. 常用的辅助材料品种有哪些?
3. 常用的进口涂料有哪些?
4. 固化剂的作用是什么?
5. 稀释剂对涂料施工有哪些作用?
6. 涂料使用中如何防火?
7. 涂料使用中如何防毒?
8. 涂料的选择原则有哪些?
9. 底漆分为哪几种?
10. 对底漆的要求有哪些?
11. 涂料和辅助材料是如何命名的?

# 第 11 章 车身板件表面预处理

## 学习目标：

1. 了解板件表面预处理的重要性。
2. 了解表面预处理的内容。
3. 掌握各种预处理的方法。

车辆喷涂前板件表面预处理是车身涂装修复的第一道工序，也是涂装修复的一项基本内容，主要目的是为了提高涂层的防腐性，增强涂层的附着力。这是直接影响涂层使用寿命和装饰效果的重要环节，如果涂装表面预处理不彻底，将影响涂层的附着力、防护能力及涂层的硬度和车身的光洁度等。

车身板件表面预处理就是将车身在制造、运输、储存和维修过程中残存在表面上的各类杂质进行处理，例如，氧化皮、锈蚀、各种油类物质、酸碱化学物质、焊渣和尘土等机械污物和原有的旧漆层或塑料等硬质有机物涂层等。

## 11.1 车辆外部清洗

车辆外部清洗的目的是彻底清除车身、底盘部件表面附着的灰尘、泥土、沥青、油污等各种污物。尤其要注意清除门边框、行李箱、发动机罩缝隙和轮罩处的污垢。如果不清洗干净，新涂装的涂膜上就可能沾上灰尘，形成很多污点，直接影响涂层的修复质量。

### 11.1.1 整车清洗

#### 1. 清洗车间应具备的基本条件

清洗车间应具备一定的条件，以保证清洗质量。一般车辆清洗在进入喷漆车间前完成，如果场地足够，也可在车间内设置一个清洗间，专门进行清洗作业。清洗车间应具备的基本条件如下：

- (1) 车间有可停放大型车辆的混凝土地坪或相当于混凝土地坪，操作、排污方便。
- (2) 车间有高压水源。
- (3) 有足够长度的水管，水管手柄上有控制喷水的开关。
- (4) 应具有适度的照明。
- (5) 具有一定数量的水桶、海绵或者泡沫塑料、洗涤剂、抹布、鹿皮等。
- (6) 有压缩空气、气管、气枪、防护眼镜或面罩，橡皮手套等。
- (7) 如果是自动清洗，应具有自动清洗设备。

## 2. 清洗的步骤

采用高压水枪进行整车的清洗是最常用的方法，一般步骤如下：

- (1) 先用高压清水将全车冲洗一遍，将车身上的砂粒和污泥清除。
- (2) 用高压水枪冲洗车顶。
- (3) 用高压水枪冲洗前后挡风玻璃和侧窗。
- (4) 用高压水枪冲洗发动机罩、前围、车门、后围以及前后保险杠。
- (5) 用高压水枪冲洗轮罩、车轮和底盘下部，对污垢严重处，要反复冲洗，并边冲洗边擦拭。
- (6) 用湿毛巾将全车擦拭一遍，对残余的污物进行反复擦拭，直到擦净为止。
- (7) 用干毛巾将车身全部擦拭一遍，直至将全车擦拭清洁。
- (8) 用压缩空气将全车表面吹一遍，然后用干净的鹿皮（或绒布）擦干。

### 11.1.2 车身待涂表面的清洗

车身待涂表面的清洗主要采用有机溶剂清洗。其目的是溶解和去除表面的油脂、润滑油、污垢、石蜡、硅酮抛光剂以及手印等。

清洗的方法和步骤如下。

#### 1. 一般清洗

- (1) 用干净的白布蘸清洗剂擦洗待涂表面及其周围。
- (2) 在汽车待涂表面未干时，用清洁的白布擦干。注意要随时更换干净的抹布。

#### 2. 清洗硅酮类化合物

- (1) 用干净的白布蘸清洗剂擦洗待涂表面，如果有必要应进行多次擦洗。
- (2) 用砂纸打磨表面。
- (3) 再次用干净的白布蘸溶剂擦洗表面，然后用干净的白布擦干。

#### 3. 表面清洗效果的检查

金属表面主要是脱脂处理，脱脂效果的好坏，直接影响喷涂质量，因此清洗后必须进行检查。检查的方法很多，一般有目视法、水浸润法、比色法、荧光法、残余油分析法等。在实际生产施工中，最简单适用的方法是水浸润法，其方法是将脱脂清洗后的工件浸入清洁的水中，或者用清洁的水喷洒清洁过的待涂表面。然后观察水洗后表面水膜连续完整情况。对于充分脱脂清洗的工件表面，其水膜应完整连续，没有水珠垂挂、滴落。

对于不能达到清洗效果的情况，应找出原因，重新进行清洗。

## 11.2 旧漆的清除

汽车在使用过程中，不可避免地受到自然条件（如雨水、阳光、大气、灰尘、温度、湿度、化学物质等）和使用条件（如刮伤、撞击、划痕等）的影响，导致汽车表面的涂层性能和装饰保护效果变差。因此，在重新涂装前，要将原来的旧漆层去除掉。

汽车进行清洗后，要仔细检查车身的漆面，寻找漆膜破损迹象，如气泡、龟裂、脱落、锈蚀以及在烤补、气焊等修理过程中引起的部分损坏，对于上述破损，必须将旧漆膜清除掉，清除程度可根据旧漆膜的损坏程度和重新涂装后的质量要求，进行全部或部分清除。

旧漆的清除方法有机械法、化学法、火焰清除法等。常用的是机械法清除旧漆。

### 11.2.1 机械法清除旧漆

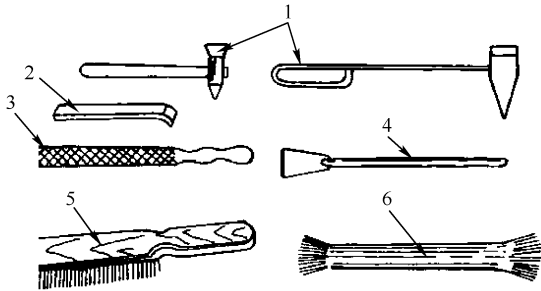
机械法清除旧漆主要有手工清除、机动工具清除、喷砂（喷丸）清除等方法。

#### 1. 手工清除旧漆

手工清除旧漆方法就是以手工方式，使用铲刀、锉刀、砂纸、钢丝刷、钢丝束等工具，将车身需要修补部位的旧漆层清理干净，并用砂纸、钢丝束将铲后留在表面的浮漆、粗糙断面打磨光滑的一种方法。

手工清除旧漆是最简单、最常用的方法。这种方法适应能力强，但效率低，劳动强度大，特别适合去除局部的旧漆层，不适合大面积旧漆层的去除。

常用的手工清除旧漆的工具如图 11.1 所示。



1—尖头锤；2—弯头刮刀；3—粗锉刀；4—刮铲；5—钢丝刷；6—钢丝束

图 11.1 手工清除旧漆的常用工具

注意：铲刀的尖部非常锋利，使用时一定要小心，不要损伤不需要修补的表面，也不要让尖部在底层表面留下较深的沟槽。

对于轻度损伤漆面，可以用砂纸打磨的方法。砂纸打磨一般贯穿每个喷涂工艺中的需要打磨作业的过程。砂纸品种和型号较多，砂纸以磨料的粒度数码表示，数码越小，磨料越粗，反之越细；砂纸有水砂纸和干砂纸之分。干砂纸不耐水，只能用于干法打磨，一般与打磨机配套使用。水砂纸是汽车修理行业中最常用的砂纸，主要特点是耐水，打磨时通常要蘸水或溶剂进行湿打磨，会经常用到水砂纸，水砂纸也可做干磨时使用。

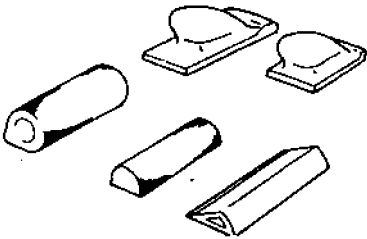


图 11.2 常用的打磨块

配合砂纸用的一种工具叫磨块，也叫磨垫，通常用木材或橡胶制成。一般具有平坦的表面，也根据工件的形状做成特别的形状，如图 11.2 所示。

对于平整的表面，应尽量采用磨块进行打磨。在打磨时磨块平放到打磨表面，进行前后或左右移动，磨块要保持平移，用力要适当。

## 2. 机动工具清除旧漆

机动工具清除旧漆就是采用手提式砂轮机、钢刷打磨机、专用剥漆机和除漆机等机动工具，将车身表面的旧漆层清除干净的一种方法。这种方法与手工清除法比效率高，还能降低劳动强度，在车身修复中应用较广。

## 3. 喷砂（喷丸）清除旧漆

喷砂（喷丸）清除旧漆法是利用压缩空气、高压水流、机械离心力等作为动力，将磨料、砂子、金属弹丸喷射到旧漆表面上，利用其冲击力将旧漆层清除掉。该方法主要用于大面积旧漆膜的清除作业，也可以清除金属表面的锈蚀，但砂粒和金属弹丸会损伤铝、塑料等基材，所以不能在这些材料的构件上使用。近年来，随着塑料砂球的出现，几乎所有类型的表面都可以采用喷砂工艺进行脱漆了。这种方法清除旧漆的效率高，处理后表面光滑平整，但必须有相应的喷砂（喷丸）设备。

如图 11.3 所示，为喷砂设备的示意图。

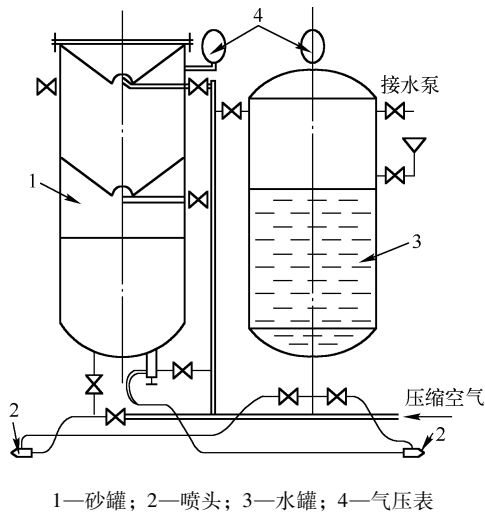


图 11.3 喷砂设备示意图

## 11.2.2 化学法清除旧漆

化学法清除旧漆就是利用脱漆剂采取化学的方法将旧漆层清除掉的一种方法。化学法清除旧漆一般有两种方式，一种是碱性脱漆法，另一种是有机溶剂脱漆法。两种方法均采用碱性的脱漆剂、脱漆膏或含有有机溶剂的脱漆剂清除掉工件表面的旧漆。对于清除大面积旧漆膜，是比较方便而有效的方法，可以避免采用机械法清除旧漆引起的变形。

化学法清除旧漆所用的脱漆剂可直接在市面上购买，脱漆剂是依靠化学作用清除旧漆膜，不同的漆膜需要采用不同的脱漆剂。

### 1. 使用脱漆剂的注意事项

- (1) 进行脱漆操作的工作间必须通风良好。
- (2) 避免长时间呼吸脱漆剂的蒸气，尽量避免脱漆剂与皮肤、眼睛直接接触。
- (3) 如果皮肤偶然接触到脱漆剂，应尽快用清水反复清洗。如果脱漆剂偶然溅到眼睛



内，则尽快用清水冲洗，并根据具体情况送医院处理。

- (4) 避免脱漆剂与热源接触，防止脱漆剂大量产生有毒蒸气。
- (5) 脱漆剂储存应保证良好的密封。
- (6) 进行车辆部件的保护，防止脱漆剂腐蚀到座椅、有机玻璃、电镀装饰件等。
- (7) 注意防火。

## 2. 常用脱漆操作方法

- (1) 利用旧报纸等遮盖材料将地板等遮盖起来。
- (2) 准备好所有的工具和设备。
- (3) 按照要求用不干胶把车身上必须遮盖的部位都粘贴起来，如发动机罩以及车门的缝隙、标牌板、车身两边塑料等。
- (4) 在合适的小桶内装入脱漆剂，用刷子蘸脱漆剂刷到待处理表面上，并尽快刷展开。注意不要刷第二遍。
- (5) 按说明书放置 7 ~ 10min。
- (6) 当到时间后，漆膜已经溶胀发软，没有强度。这时用刮、扫的方式除掉旧漆。
- (7) 如果车辆经过了多次修补，表面的漆膜较厚，则可以分两次脱漆。
- (8) 当色漆清除以后，用稀释剂反复清洗表面。当稀释剂未完全挥发时，用干净的抹布将表面擦拭干净。
- (9) 最后进行整理，清理铺设的报纸，撕下保护的胶带，必要时还应进一步进行表面擦拭和擦洗。

### 11.2.3 火焰法清除旧漆

火焰法清除旧漆是利用喷灯或气焊枪产生的火焰先将旧漆烘烤，高温作用将漆膜软化或碳化，从而配合铲刀等工具清除旧漆的一种方法。由于一般修理厂都有气焊设备，所以利用气焊枪进行烘烤加热的方法最为常见。

火焰加热法清除旧漆的缺点是如果加热温度过高，会导致板件产生变形，甚至烧穿板材或引起附近的装饰件变形，因此烘烤的温度不宜过高。

烘烤的旧漆膜必须彻底清理干净，除利用钢丝刷、砂纸进行打磨外，还可以再用溶剂全面清洗。

## 11.3 金属表面除锈处理

汽车车身表面因为涂膜损坏、碰撞损坏和修理加工损坏，使车身金属与空气中的氧气或水产生化学反应，而生成金属氧化物，即生锈。在涂装前必须进行除锈，以保证金属表面获得良好的附着力。除锈的方法有手工除锈法、机械除锈法、喷砂与喷丸除锈法、化学除锈法、电化学除锈法等。其中机械除锈法、喷砂与喷丸除锈法与清除旧漆方法相同，此处不再介绍。

### 11.3.1 手工除锈法

手工除锈法主要是用铲刀、刮刀、尖头锤、钢丝刷、砂纸、断锯条等工具，靠手工敲、

铲、刮、刷、锉等方法清除表面锈垢、氧化皮等。是涂装最传统的方法，也是最简便的方法。但是其劳动强度大，效率低，只适用小范围的除锈处理。

此外，可采用半自动除锈方法，半自动除锈方法有刷光处理、抛光处理、磨光处理等方法。

### 1. 刷光处理

刷光处理是用弹性很好的钢丝刷或铜丝刷，搓刮金属表面的铁锈和氧化皮以及污垢等。此方法可以手工进行，也可以装在电动的装置上进行处理。其优点是速度快，不会改变金属零件原来的形状。缺点是除锈不够彻底。

### 2. 抛光处理

抛光处理是利用抛光轮和抛光膏等磨料，对金属表面进行轻微的切削和研磨。从而除去金属表面的锈蚀和打磨表面的细微不平。在除锈的同时，还可以降低零部件表面的粗糙度。

### 3. 磨光处理

磨光处理是利用粘附有氧化铝和碳化硅等磨料制成的砂纸、砂布或砂轮进行摩擦，以去除金属表面的铁锈或氧化皮。这种方法简便易行，但效率低，适用于小批量零部件的局部处理。对于形状复杂的零部件不易处理到位，对锈蚀较严重的部位清理不彻底。

### 4. 滚光处理

滚光处理是利用装有磨料的滚筒，将零件放到滚筒内，在电动机的带动下让滚筒做旋转运动，零件在滚筒内不断与磨料滚擦，以清除零件上由于铸造或冲压所形成的毛刺、氧化皮和铁锈。与抛光、磨光处理方法相比，滚光处理能降低生产成本和费用，提高生产效率。但是受滚筒大小限制，大尺寸零件无法使用，另外因为车身多为薄板零件，滚动挤压易变形，因此，该方法在汽车车身修理作业中很少采用。

## 11.3.2 化学除锈法

化学除锈法以酸洗除锈最具代表性。利用酸性溶液与铁锈发生氧化反应生成能溶解于水的盐类，使锈垢、氧化皮等溶解或脱落。

常用的酸性溶液有硫酸、盐酸、硝酸等。应用较广的是浸泡酸洗除锈。

根据酸洗操作方法的不同，可分为一般酸洗除锈（也称化学除锈）和电化学除锈（也称电解除锈）。

### 1. 一般酸洗除锈

一般酸洗除锈的方法是利用酸与金属表面的锈蚀物发生反应，生成可溶于水的盐类来进行除锈处理。

在除锈过程中，发生的化学反应会有氢析出，使高价铁还原成低价铁，有利于酸与氧化物的溶解，还能加速难溶的黑色氧化皮的剥落。但是，析出的氢可能会引起氢脆，因此需要在酸洗溶液中加入适量的缓蚀剂。

酸的浓度和温度对酸洗速度影响较大，随着硫酸的浓度升高，酸洗速度加快，当硫酸的

质量分数达到 25% 时，速度最快；高于此浓度后，速度反而下降，一般使用硫酸的质量分数为 20% 以下。温度对酸洗的影响也比较大，随温度升高，酸洗速度加快，为防止基体金属的腐蚀和减少酸雾的逸出，在不降低缓蚀剂的作用下，温度应控制在 80℃ 以下为好。

## 2. 电化学除锈

电化学除锈分为阴极除锈和阳极除锈两种。当金属部件在阴极上加工的叫阴极除锈；当金属部件在阳极上加工的叫阳极除锈。电化学除锈过程中，金属部件作为阳极时，氧化皮的除去是借助电化学和化学溶解，以及金属上析出的氧气泡的机械剥离作用。当金属作为阴极进行电化学除锈时，氧化皮的除去是借助于猛烈析出的氢气对氧化物的还原和机械剥离作用。

电化学除锈的优点是除锈的速度快，除锈液消耗也较少且使用寿命长。电化学除锈的缺点是消耗电能较大，而且对于形状复杂的部件，除锈效果稍差。

对于具有较厚且致密的氧化层的部件，最好先进行化学除锈，让氧化皮疏松后再进行电化学除锈。

# 11.4 金属表面的磷化、氧化与钝化处理

## 11.4.1 金属表面磷化处理

金属表面磷化处理就是用锰、锌、铁等金属的正磷酸盐溶液处理金属表面，使金属表面生成一层不溶于水的磷酸盐保护膜的过程。金属表面形成的磷化膜既可以提高金属的抗腐蚀性，又可作为涂料的基底，增加涂料的附着力，从而提高涂层的使用寿命。

为了加速磷化反应，常加入硝酸盐作为催化剂，以加速磷化膜的生成。为了保证磷化质量必须严格控制溶液的的成分和浓度，还要考虑温度。磷化处理有三种不同温度选择，在室温（25℃）下为低温磷化，在 50℃ ~ 70℃ 温度下为中温磷化，在 90℃ ~ 98℃ 温度下为高温磷化。温度不同，对磷化处理液的稳定性、处理时间的长短和磷化膜的质量等都有不同程度的影响。

磷化处理所需设备简单，操作方便，成本低廉，生产效率也较高。实现磷化常用的方法有浸渍法、喷淋法和刷涂法。

### 1. 浸渍法

浸渍法是按工艺流程，将工件顺序地浸入磷化液槽中进行处理。对于大的部件可以采用吊挂的方式，小件则用篮筐盛装。该方法采用的设备简单，操作方便，处理温度可以较高。

### 2. 喷淋法

喷淋法是按工艺流程，将工件传递到处理工位，在规定时间内，经受磷化液喷淋处理。该方法所用设备较复杂，但与浸渍法比，磷化液浓度可以较低，磷化时间较短。

### 3. 刷涂法

刷涂法是用刷子把磷化液涂刷到工件表面上进行处理的一种方法。该方法最简单，但劳动强度大。适合批量小的处理。

## 11.4.2 金属表面氧化处理

金属表面的氧化处理是金属表面与氧或氧化剂作用而形成保护性的氧化膜，防止金属腐蚀的一种方法。

氧化方法有热氧化法、碱性氧化法、酸性氧化法（黑色金属）以及化学法、阳极氧化法（有色金属）等。

### 1. 热氧化法

热氧化法是将金属加热到  $600^{\circ}\text{C} \sim 650^{\circ}\text{C}$ ，然后用热蒸汽和还原剂处理。还有一种方法是将金属浸渍在约  $300^{\circ}\text{C}$  的熔融的碱金属盐中进行处理。

### 2. 碱性氧化法

采用碱性氧化法处理时，首先把零件浸渍在调配好的溶液中加热到  $135^{\circ}\text{C} \sim 155^{\circ}\text{C}$ ，处理时间长短取决于零件中的含碳量的高低。金属零件经氧化处理后，再用  $60^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$  的含量为  $15 \sim 20\text{g/L}$  的肥皂水漂洗，时间为  $2 \sim 5\text{min}$ ，然后用冷水和热水冲洗干净并吹干。

### 3. 酸性氧化法

酸性氧化法是将零件置于酸洗溶液中进行处理。酸洗氧化法与碱性氧化法比较，酸洗氧化法比较经济，处理后金属表面所产生的保护膜，耐腐蚀性和机械强度均超过碱性氧化法处理后所生成的保护膜的性能，因此应用比较广泛。

### 4. 化学氧化法

化学氧化法主要适用于有色金属的氧化处理。处理方法是將零件放置于配制好的溶液中，在一定温度下经过一定时间的氧化反应后，将形成一层保护膜，再经清洗和烘干等操作即可达到效果。

### 5. 阳极氧化法

阳极氧化法是有色金属氧化的另一种方法，是将金属零件作为阳极，利用电解法使其表面形成氧化膜的一种方法。这种氧化膜既可以起到金属与涂膜之间的钝化膜的作用，又可以增加涂层与金属间的结合力，减少水分的渗透，从而延长涂层的使用寿命，因此被广泛应用于涂装的底层处理。

## 11.4.3 金属表面钝化处理

采用化学方法使金属基体表面生成一层结构致密的钝化膜的过程称为金属钝化处理。钝化处理可提高磷化膜的耐蚀性能，防止金属在磷化处理后再次出现腐蚀生锈，并能提高金属表面的涂装质量。钝化处理一般与磷化处理配套使用。当磷化处理后，工件如果能及时进行涂装施工，则不必进行钝化处理。

钝化处理液的主要成分是铬酸盐及少量的磷酸、硫酸或硝酸等。

这种方法多用于铝、镁、锌、锡等有色金属，尤其是防止锌及镀锌层发白弊端的一种很好的方法，对钢铁制品同样也可以生成钝化层。

在实际应用中，往往不是采用单一的处理方法，而是采用综合处理方法对金属表面进行处理。既有选择的先后进行脱脂、除锈、磷化、钝化等操作过程。综合处理可以大大简化生产操作程序，在减少设备，材料和用水得到节省的同时，也提高工作效率。但是，在车身维修过程中，一般用综合处理的时候不多。

## 11.5 非金属表面的处理

非金属在汽车上的应用越来越多，在汽车涂装过程中，主要为塑料件、玻璃钢件及木材件进行处理。

### 11.5.1 塑料件表面处理

尽管塑料制品在使用过程中不会生锈，也易于着色，本身又有抗腐蚀及装饰性能，但在塑料制品上加涂合适的涂层，可以延长它们的使用寿命，也提高它们的各项性能。

对裸露的塑料件的表面处理包括如下项目。

#### 1. 脱脂处理

塑料表面的油污及脱模剂等会降低涂料的附着力，引起漆膜缩孔等危险，因此在涂装前应当彻底清除，一般可采用溶剂清洗或采用和金属件类似的碱溶液清洗。对于热固性塑料表面的灰尘、塑膜润滑剂及油污等，可以用汽油、丙酮、二甲苯等溶剂擦洗或者用塑料清洗剂处理表面，如果表面过于光滑，也可用砂布进行粗处理，然后用汽油或工业乙醇或丙酮清洗。

#### 2. 化学处理

塑料件表面经过适当的化学物质，如酸、氧化剂、聚合物单体等处理，使其表面发生化学变化，形成活性基团或选择性地除去表层低分子成分，使其表面呈多孔状态，从而改善对涂料在塑料表面上的附着力。

#### 3. 退火处理

塑料在加工成型时，一般采用高温注塑，在冷却过程中易形成内应力，在涂装时，与溶剂接触产生膨胀，在应力集中处产生开裂。为了消除内应力，一般在脱脂处理后，将塑料件加热到低于热变形的温度下并维持一定的时间，即退火处理。塑料件在经过物理或化学处理后要进行烘干，在其烘干过程中就完成了退火处理。

#### 4. 静电除尘处理

塑料很容易产生静电，产生静电的塑料件在干燥冷却过程中极易吸附灰尘，因此在涂装前需要进行除尘处理。一般采用离子化的空气除尘，用压缩空气通过装有高压电极的喷嘴，利用电晕放电使空气电离。离子化空气喷到塑料表面，使塑料表面和灰尘的电性中和并使之带有相同的电荷，由相吸变成相斥，从而清除掉灰尘。

### 11.5.2 玻璃钢件表面处理

对玻璃钢件的表面处理，主要是将表面的脱模剂、蜡质、油污等杂质处理干净，除此之外，还应将糊玻璃钢时因玻璃纤维浸胶量过多的光滑部位进行粗糙处理，否则涂漆后会因基层过于光滑而导致涂层的附着力差，出现脱壳。其处理方法可采用手工和机械工具两种方法进行打磨处理。

手工处理即是用砂布或者钢丝刷进行手工打磨粗糙化。对处理后的浮尘等杂质，可先用压缩空气吹干净，再用清洁剂反复擦净表面。

机械工具处理即是用电动的钢丝刷、电动钢丝轮或者气动磨光机等机械依次将基层表面上的脱模剂、蜡质、油污等杂质彻底清除干净。对于机械处理不到的部位，如边、角、棱等位置，可用砂布配合钢丝刷手工处理到位，以确保处理质量。

### 11.5.3 木质表面的处理

木材除了本身的纤维外，还含有松脂、单宁、色素、水分等，这些成分的存在，都会影响涂装后涂膜的附着力、装饰性和干燥性。为了获得平滑、光洁、无结疤、花纹颜色一致的表面和良好的涂膜，就需要对木制品进行表面的预处理。常用的预处理包括以下工序。

#### 1. 干燥

在涂装前，木材干燥十分重要，最简单的处理方法是对木制品所用的木材，在制作前就进行自然干燥，或者放置在低温烘房、火炕上进行人工干燥，让木材的含水质量分数不超过8%~12%，然后再制成木制品。否则，会使制成的木制品翘曲变形，甚至开裂。影响涂膜出现起泡、脱落等现象。

#### 2. 去除毛刺

加工过的木材，其表面会残留木质纤维，纤维吸收水分或溶剂后会膨胀竖起，形成毛刺。这种毛刺将影响涂层的外观质量，导致色调不统一。因此必须在涂装前进行除毛刺处理。常用的除毛刺方法是采用砂磨法、火燎法等。砂磨法是用细砂纸或砂布打磨，将毛刺去除；火燎法是用毛刷蘸酒精涂于木制品表面，立即用火点燃，经燃烧后的木质表面变硬变脆，然后进行打磨去掉毛刺。

#### 3. 去除污物和树脂

木制品表面的污物和树脂会影响涂层的附着力、干燥性和颜色的均匀性，在涂装前必须彻底清除。对于污物可以采用砂磨法去除；油迹可以用溶剂清洗去除；胶迹可以用凿子剔除；而树脂可以挖掉然后补上同样大小的木材，也可以用有机溶剂溶解去除树脂。

#### 4. 漂白与着色

木材含有天然色素，有时候这种色素可以用来作为装饰需要保留，可以不用漂白。但是木材固有的颜色，特别是深颜色，会影响着色色调的鲜明性，因此需要漂白处理，使材料的颜色达到一致。

通常采用的漂白方法是利用漂白剂气体或液体熏烤或涂刷木材而达到漂白的目的。

漂白后的木材可根据需要进行着色，方法是利用颜料、染料作为着色剂进行着色处理。除此之外还有一些特殊方法，如火力着色法、染色剂着色法、药品着色法等。

## 5. 填孔

填孔是木材涂装，特别是为了获得平整光滑的表面必须进行的一道重要工序。

填孔施工是根据要求，可以是木纹色的填孔，也可以是着色填孔。前者可以使天然木纹装饰性更强；后者是一个最基本的填孔方法，它可以消除木材自身的缺陷和加工缺陷，并且着色，使木材制品更平滑美观。填孔方法是用刮刀或硬毛刷、喷涂等方法将适量的填孔剂涂敷到干净的木材缺陷部位，使其填平。待快干燥时，表面按要求进行打磨使其平整即可。

## 复习思考题

1. 为何要在喷涂前进行表面预处理？
2. 表面预处理包括哪些内容？
3. 如何用手工法清除旧漆？
4. 如何用机械法清除旧漆？
5. 塑料件表面需要做哪些预处理？
6. 金属表面磷化处理的目的是什么，采取哪些方法？

# 第 12 章 底漆的喷涂

## 学习目标：

1. 了解空气喷涂的方法和设备。
2. 掌握喷枪的种类和特点。
3. 能按要求正确调整和使用喷枪。
4. 掌握底漆喷涂操作工艺。

当被涂表面经过清洗、除油、除旧漆层、除锈等表面处理后，就可以对其进行涂装施工了。在涂装工艺中，最先要进行的是底漆的喷涂作业，所形成的底漆涂层是整个涂层的基础，底材的附着力和涂层的耐腐蚀性主要靠底漆来实现，底漆的喷涂质量直接影响涂层的质量，因此必须加以重视。

汽车涂装涉及的几种常用方法有：空气喷涂、刷涂、空气辅助无气喷涂、浸涂、静电喷涂、电泳涂装等。在汽车车身修复过程中，普遍采用空气喷涂的方法，所以，在此主要介绍空气喷涂法。

## 12.1 空气喷涂

空气喷涂就是以压缩空气的气流为动力，以喷枪为用具，是涂料从喷枪的喷嘴中喷出呈漆雾而涂布到工件表面的一种施工方法。空气喷涂是当前车身修补中应用最广的一种方法。

### 12.1.1 空气喷涂的特点和基本原理

#### 1. 空气喷涂的特点

(1) 空气喷涂的优点。空气喷涂所用的设备简单，容易操作，能够获得厚薄均匀、光滑平整的涂层膜。对于有缝隙、小孔的部件，以及倾斜、弯曲的地方均能喷到。也适用于大面积施工。这种方法适应性强，除了慢干涂料外，大部分涂料品种都可以用此方法进行施工，对快干漆更适用。工作效率也比刷涂高 5 ~ 10 倍。

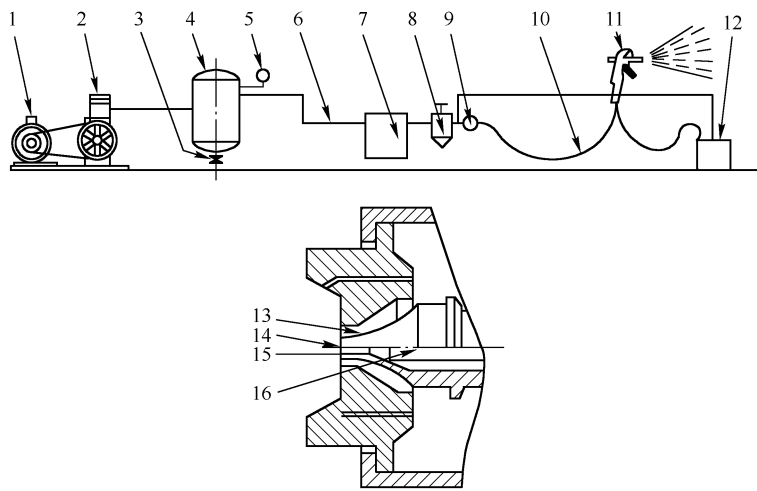
(2) 空气喷涂的缺点。空气喷涂涂料的渗透性和附着力一般比刷涂要差些，空气喷涂的涂料有效利用率较低，有相当一部分的涂料随溶剂在空气中飞散，形成漆雾。漆雾会污染环境，对人体也有害，且容易造成火灾，甚至爆炸，因此需要有良好的通风设备；另外漆膜较薄，需要经过几道喷涂后才能达到预期的膜厚要求。但随着新型喷枪的出现，这些缺点正逐渐得以改进。

#### 2. 空气喷涂的基本原理

典型喷枪喷涂的基本原理如图 12.1 所示。当扣动扳机时，压缩空气经接头进入喷枪，



从空气喷嘴喷出，在漆喷嘴的出口处形成低压区，漆壶盖上有小孔使漆壶内与大气相通，漆壶气压始终等于大气压力。这样，在压力差的作用下使涂料从喷嘴喷出，并被压缩空气吹散而形成雾化状态，喷到工件表面实现空气喷涂。



1—电动机；2—空气压缩机；3—排污阀；4—储气罐；5、9—气压表；6—输漆管路；  
7—空气滤清器；8—减压阀；10—软管；11—喷枪；12—供漆装置；13—空气喷口；  
14—漆喷口；15—漆喷嘴；16—供漆针阀

图 12.1 空气喷涂的基本原理

### 12.1.2 空气喷涂的基本设备

空气喷涂系统主要设备有喷枪、空气压缩机、油水分离器和压力调节组、输气软管等，另外还需要与空气清洁器、分水滤气器、喷漆室等配套使用。在这里主要介绍喷枪和喷漆室。

#### 1. 喷枪

##### 1) 喷枪的分类

喷枪的种类很多，一般常用的分类方法是按涂料的供给方式分为重力式、虹吸式和压力式，如图 12.2 所示。

(1) 重力式。重力式也称上壶式，如图 12.2 (a) 所示。喷枪的涂料杯位于喷枪嘴的后上方，喷涂时利用涂料自重和涂料喷嘴尖端产生的空气压力差使涂料形成漆雾。杯内涂料的黏度的变化对喷出量影响较小，而且杯的位置可由喷涂工人任意调节，但是它的容量小 (约 0.5L)，仅适用于小物件的涂装，且随着杯内涂料的减少，喷涂的稳定性降低，同时不宜仰面喷涂。

(2) 虹吸式。虹吸式也称下壶式、吸力式，如图 12.2 (b) 所示。虹吸式喷枪的涂料杯位于喷枪嘴的后下方，喷涂时利用气流的作用，将涂料吸引上来，并在喷嘴处由压力差而产生漆雾。喷涂时出漆量均匀稳定，当进行大面积喷涂时，可以换掉料杯，将抽料皮管直接连接到储有涂料的容器中，从容器抽取涂料进行连续工作。此种喷枪当黏度变化时，容易引起

喷出量的变化。

(3) 压力式。压力式喷枪如图 12.2 (c) 所示。喷枪的涂料喷嘴与气帽正面平齐，不形成真空。涂料被压力压向喷枪，压力由一个独立的压力瓶提供。此种喷枪适合连续喷涂，喷涂方位容易调整，涂料喷出量调整范围较广。缺点是需要增添设备、清洗也比较麻烦、稀释剂损耗较大，不适合汽车维修时修补漆方面的使用。

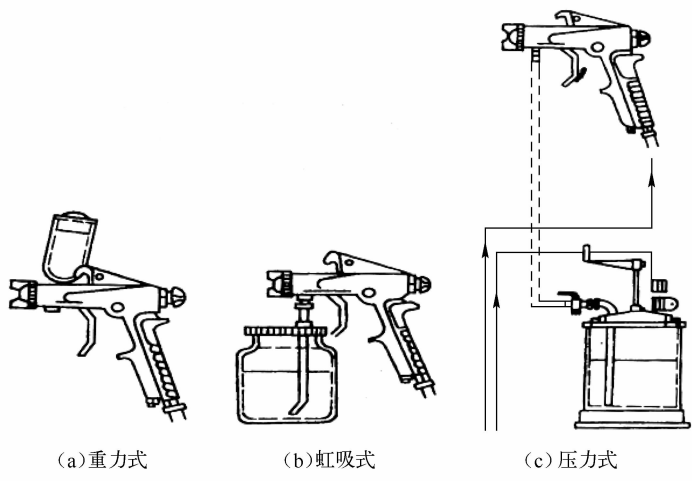


图 12.2 喷枪的分类

2) 喷枪的雾化原理

空气喷枪是指利用空气压力将液体转化为注液滴的喷涂工具，该过程称为雾化过程。雾化过程是喷枪工作过程，雾化使涂料成为可喷涂的细小且均匀的液滴。当这些小液滴被以正确方式喷到汽车表面上后，就会形成一层厚度极薄的平整的漆膜。喷枪的雾化分为三个阶段进行。

(1) 第一阶段。涂料从喷嘴喷出后，被从环形口喷出的气流包围，气流产生的气旋使涂料分散。

(2) 第二阶段。涂料的液流与从辅助气孔喷出的气流相遇时，气流控制液流的运动，并进一步使其分散。

(3) 第三阶段。涂料受到从空气帽喇叭口喷出的气流作用，气流从相反方向冲击涂料，使其形成扇形的液雾。

3) 喷枪的组成及各部分的作用

(1) 组成。典型的喷枪由枪体和喷枪嘴组成，如图 12.3 所示。枪体由空气阀、漆流控制阀、控漆阀、雾形控制阀、压缩空气进气阀、扳机、手柄等组成。喷枪嘴由气帽、涂料喷嘴、顶针组成。

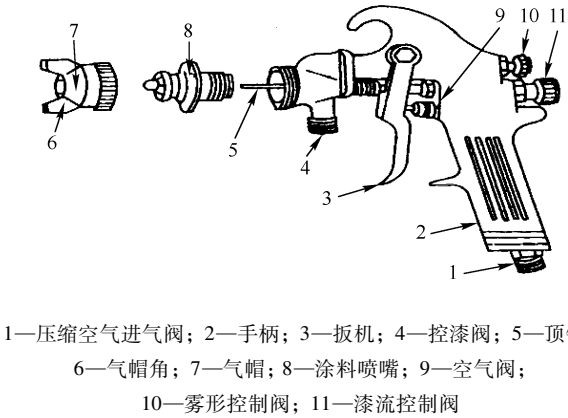


图 12.3 典型喷枪的结构组成

## (2) 喷枪各部件的作用。

① 气帽。气帽把压缩空气导入漆流，使漆流雾化，形成雾形。

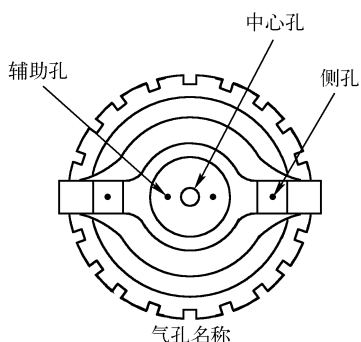


图 12.4 气孔的名称

② 涂料喷嘴。涂料喷嘴上有很多小孔，如图 12.4 所示，每个小孔的作用都不同。中心孔也称主空气孔，作用是形成真空，吸出漆液；侧面空气孔有 2~4 个，它借助空气压力控制雾束形状；辅助空气孔有 4~10 个，它主要促进漆液雾化。辅助空气孔对喷枪性能有明显的影响。孔大或多，则雾化能力强，能以较快的速度喷涂大型工件；孔小或少，则需要的空气少，雾形小，涂料雾化程度差，喷涂量小，但是方便于小工件的喷涂或低速喷涂。

涂料喷嘴有各种型号，可以适应不同黏度的涂料。涂料喷嘴的口径越大，涂料的喷出量越大，因此防锈底

漆等底层涂料喷涂一般选用大口径的涂料喷嘴。

③ 顶针。顶针与涂料喷嘴的作用都是控制漆流量，并把漆流从喷枪中导向气流。涂料喷嘴内有顶针内座，顶针顶到内座时可以切断漆流。从喷枪喷出的实际漆量，由顶针顶到内座时涂料喷嘴开口大小决定。控制阀可以改变扳动扳机时顶针与内座的距离。

连接顶针的尾部有一个螺母，用来调整顶针的伸缩幅度，这也是喷枪调整的最基本的操作。

④ 雾形控制阀。控制漆雾的雾形。控制阀关上，雾束呈圆形，控制阀打开，雾束呈椭圆形。

⑤ 漆流控制阀。扳动扳机时控制液体涂料的流量。当其全关时，即使扣死扳机也没有液体涂料流出；当其全开时，液体涂料的流量最大。漆流控制阀是调节喷枪的最重要的元件之一。

⑥ 空气阀。空气阀的开关由扳机控制。打开空气阀所需要的扳机行程可由一个螺钉调节。扳机扳到一半时空气阀打开，再扳动扳机，喷漆嘴才打开。

扳机一般为两段式转换操作，扣下扳机一半时，空气阀先打开，从空气孔以高速喷出的压缩空气在涂料喷嘴前面形成低压区。再进一步扣动扳机时，涂料喷嘴才开口，吸引涂料从喷嘴喷出。

喷枪的性能取决于涂料喷出量与空气消耗量的关系，即涂料喷出量少而空气消耗量大时，涂粒较小，涂料喷出量多而空气量少时，涂粒大而粗，涂膜的成效较差。通常涂料喷出量小型喷枪为 10~200mL/min，大型为 120~600mL/min，空气使用量小型为 40~290L/min，大型为 280~520L/min。涂料喷出量越大，空气使用量也必须越大。

### 4) 喷枪的使用

#### (1) 喷枪的检查

① 检查喷杯上的气孔，应无污垢和堵塞。

② 喷杯上密封圈应无渗漏等。

#### (2) 喷枪的调整

① 压力调整。喷枪压力调整应该严格按照油漆产品说明书所提供的施工参数进行调整。对任何油漆系统来说，最适当的空气压力只有一个，就是能使涂料获得最好雾化的最低空气

压力。由于有空气摩擦，空气从干燥器调压阀流动到喷枪时会有压力损失，损失量取决于输气管的长度和直径。所以最好在软管接头与喷枪之间接一个调压阀，用来检查和调整喷枪压力。压力太高会因飞漆而浪费大量的涂料，抵达构件表面前溶剂挥发快而导致流动性差，容易产生橘皮等缺陷；压力太低会因溶剂滞留增多而造成干燥性差，漆膜容易起泡和产生流挂。不同的涂料在喷涂时所需的空气压力应参阅涂料的使用说明书。

② 雾束大小、方向调整，如图 12.5（a）所示。

- 雾束的大小。把雾形控制阀全拧进去可得到最小的圆形雾束，把旋钮全拧出来得到的雾形最大。
- 调整雾束的方向。调整空气帽可调整雾束的方向。将空气帽的犄角调整成与地面平行，喷出的雾束呈平面且垂直地面，称垂直雾束，这种方式用得最多；如将空气帽犄角调整成与地面垂直，喷出的雾束呈平面且平行地面，称水平雾束，这种方法在施工中少见，但在大面积施工进行垂直扫枪时用。

③ 漆流量调整，如图 12.5（b）所示。用漆流控制阀按选定的雾形调整漆流量，方法是将控制阀拧出，漆流量大，反之，将控制阀拧进，漆流量减少。

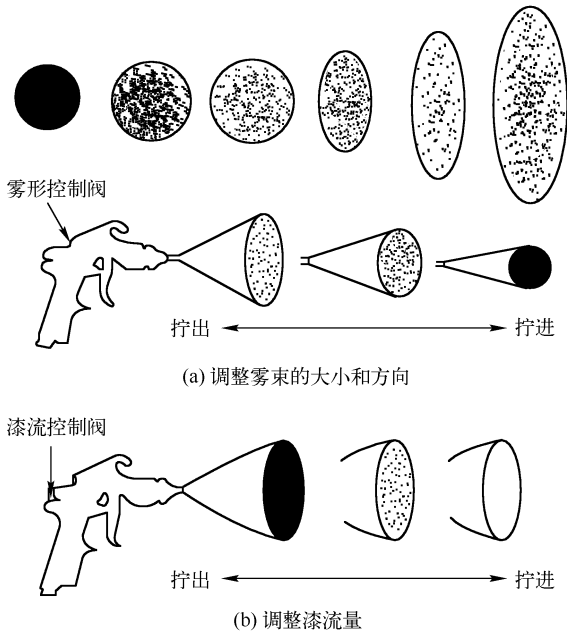


图 12.5 喷枪的调整

5) 喷枪的日常维护

(1) 喷枪的清洗。喷枪使用后，应立即清洗喷枪及其附件。在使用过程中，不注意维护和清洗喷枪是喷枪发生故障的主要原因。

在清洗虹吸式喷枪时，应先卸下涂料罐，将吸料管留在杯内，接着松开空气帽 2~3 圈，用一块叠好的抹布挡住空气帽，然后扣扳机，如图 12.6 所示。这样能使喷枪内的涂料流回涂料罐里。（注意，使用的气压要低，当涂料罐还装在枪上时，不要进行上述操作，否则会导致涂料从罐内飞溅出来）。然后将空气帽重新拧紧，并把涂料罐中的涂料倒出。用溶剂和稀毛刷清洗杯内壁和杯盖，用一块浸过溶剂的抹布擦掉残留物。然后向杯内倒入少许的清洁

剂，扣动扳机，将清洁剂喷出，清洗输料管，如图 12.7 所示。

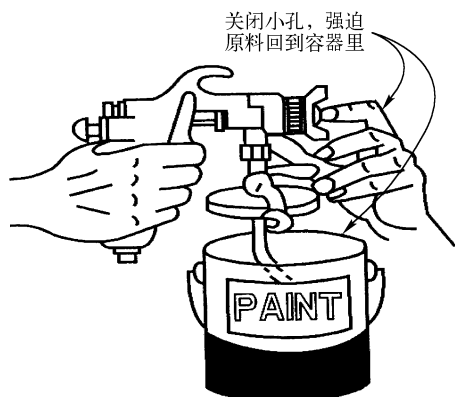


图 12.6 利用压缩空气使枪内的漆流回涂料罐

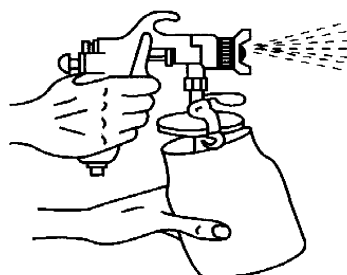


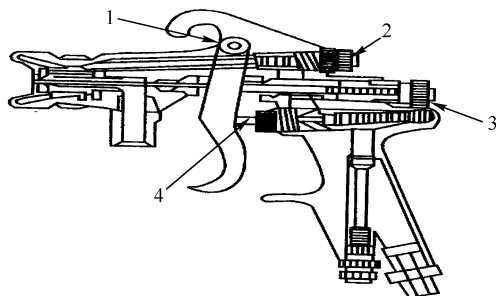
图 12.7 用稀释剂冲洗喷枪

然后将空气帽卸下，泡在稀释剂或溶剂中，用圆头牙刷或软刷子清洗堵塞的小孔，但不可用铁丝或铁钉类的东西清理小孔，防止将这些精加工的孔通大。

目前，为了提高清洗效果，减少清洗喷枪时间，维修厂开始配备并使用喷枪自动清洗机，结合人工手工清洗喷枪，清洗效果好。方法是将需要清洗的设备（包括喷枪、料杯、搅拌器、滤网等）放到清洗机的桶内，盖上桶盖，然后开动清洗设备，需要清洗的部件在桶内被清洗液清洗。

现在新型的超声波清洗机的清洗效果更好，只要在清洗机内注入清洗液，将零件放入容器内，设定好清洗时间，打开清洗开始开关即可完成清洗。

（2）喷枪的润滑。喷枪最好每天工作后都及时进行润滑，用轻机油润滑各个部件，如图 12.8 所示。喷枪在正常使用过程中，由于磨损和老化，密封圈、弹簧、针阀和喷嘴必须定期更换。更换要按生产厂家的说明进行。在润滑时，机油过量会流入涂料杯和机油通道，造成喷涂缺陷，因此润滑时必须非常小心，机油和涂料混合后就会降低喷涂质量。



1—扳机转轴；2—雾形控制阀调整扭；3—涂料控制旋钮；4—空气阀

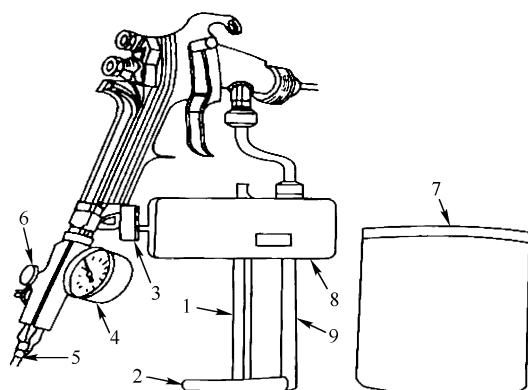
图 12.8 喷枪需要润滑的部位

不可把整把喷枪长时间泡在洗液中，这样会使密封圈硬化，并破坏润滑效果。一般情况下，为了获得最佳的修补效果，应该在不同的涂层和情况下使用不同的喷枪。建议每个人配备四把，一把用于底漆、中涂层的喷涂；一把用于面漆、清漆层的喷涂；一把用于银粉漆的喷涂；还有一把小修补喷枪，用于斑点修补时使用。将这些喷枪进行良好的清洗和润滑，保

持良好的技术状况，合理按顺序使用，就可以节省换枪调整和清洗时间。

## 6) 新型专用喷枪

(1) 带搅拌的虹吸式喷枪。为了防止金属闪光漆、珍珠漆在施工过程中产生沉降，从而保持喷涂表面上各个部位的色相一致，国外开发了一种以带搅拌为特征的新型喷枪，如图 12.9 所示。



1—搅拌轴；2—搅拌叶片；3—搅拌进度控制阀；4—压力表；5—空气软管接头；  
6—压缩空气控制阀；7—喷杯；8—喷杯盖；9—送漆管

图 12.9 带搅拌的虹吸式喷枪

带搅拌的虹吸喷枪的主要特征如下：

① 进入喷枪的压缩空气一部分在喷枪的手柄部位分成两股，一股像传统喷枪一样，进入空气帽供雾化涂料用，另一股则进入喷杯，驱动喷杯内的搅拌器叶片进行搅拌。从而克服涂料配方中比重较大的颜料在施工时由黏度产生沉降的弊端。

② 喷杯中搅拌器的速度能很方便地由操作者手工调整，刻度显示，操作方便。

③ 喷枪上的压力表直接与枪体内的空气回路相通，容易控制喷涂时压缩空气的压力状态。

(2) 含珠光颜料的专用喷枪。该种喷枪的主要特质如下：

① 高微粒化、薄膜型扇面，特别适合含珠光颜料的施工；

② 由空气帽喷出的空气压力、由喷嘴喷出的涂料的量，以及漆雾的扇面大小均可以预先设定；

③ 在操作时，还可以方便地通过喷枪上的调节阀进行调整，各调节阀上都设有刻度盘；

④ 喷嘴和控制阀均采用不锈钢制造，所以适用于几乎所有品种的涂料；

⑤ 喷枪虽然设计为大供气量，但由于枪体较轻，操作非常方便。

这种类型的喷枪最大缺点是：供漆量小，不适合大面积的涂装施工。

(3) HVLP (High Volume Low Pressure) 空气喷枪。它是一种大流量低压力的新型喷枪，主要特征如下：

① 上漆率高，节省涂料，污染小；

② 扇面均匀，在高级轿车之类对装饰性要求较高的表面施工时，非常容易获得，接近镜面的效果；

③ 特别适合喷涂金属闪光漆，闪光效果明显、均匀、侧视效果好；

④ 压缩空气压力低，一般在喷嘴处测得的气压不应超过 0.07MPa；

⑤ 采用旋转式空气帽，每一把枪都可以配置不同的空气帽、喷嘴、顶针，以适应不同场合的要求；

⑥ 由于上漆率高，可以选择较小孔径的喷嘴。

(4) 双组分涂料专用喷枪。在市场中应用较多的丙烯酸聚氨酯涂料、聚酯-聚氨酯涂料为经常被采用的双组分涂料。这类涂料使用中给用户带来不便的就是适用期有限，至多就6~8h，必须当天配漆，当天用完，即使出现停电、机械故障等不可抗拒因素也都如此，否则所配涂料就会凝胶甚至固化。给清洗带来很大麻烦。为此国外发展了双组分涂料的喷枪，如日本旭化成公司开发的AGW110、200型喷枪就特别适合使用期较短的双组分的产品。

这种喷枪采用了甲乙两个组分在喷枪体内混合的方式，无需在喷漆前将涂料进行预混合均匀。

## 2. 喷漆室

在喷涂作业中，大部分漆雾漂浮在空气中，污染大气，对人体产生危害，并且当喷雾浓度达到一定程度，还会造成火灾或爆炸。另外，空气中有尘埃会黏附到刚喷好的尚未达到表干的涂层上，影响涂膜效果。因此，操作要在具有一定条件的喷漆室内进行。特别是当工件量多或尺寸较大时，则一定要在喷漆室内进行。

### (1) 对喷漆室的基本要求

① 进入喷漆室的空气，必须经过过滤，保证无尘。在严冬季节还需要对空气进行适当加温；

② 空气在室内的流动方向，必须按重力的方向，即从天花板倒流向地面；

③ 能完全清除漆雾、溶剂等有碍人体健康的物质；

④ 保证室内是微正压状态，防止外界尘土进入室内，并迫使废气下行排出；

⑤ 喷漆室内噪声不超过85dB。

⑥ 喷漆室内应使用“消色差”的灯光，以免影响配色；

⑦ 喷漆室内应有灭火装置，要符合油漆厂安全防火的要求。

### (2) 喷漆室的类型

① 按抽风形式分为侧抽风式和下抽风式。侧抽风式现在已经趋于淘汰，下抽风式原理图如图12.10所示。

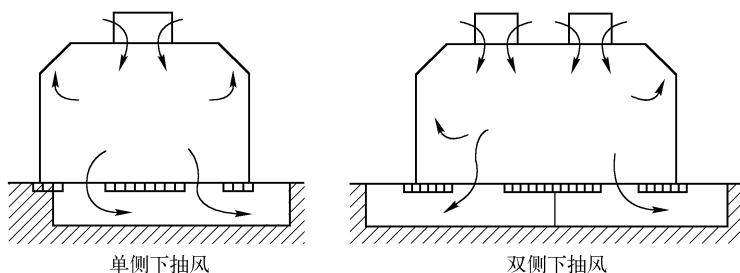


图 12.10 下抽风形式原理图

② 按结构形式分为室内喷漆室、通过喷漆室和敞开式喷漆室。

③ 按过滤装置的结构分为干式过滤和湿式过滤。干式过滤分为折流和滤网式；湿式过滤分为喷淋式过滤、多级水帘式过滤和水旋式过滤。

如图 12.11 所示，为多级水帘式过滤装置示意图。

3. 烘漆室

烘漆室是用来固化、烘干涂膜或加快自干漆涂膜的固化设施。

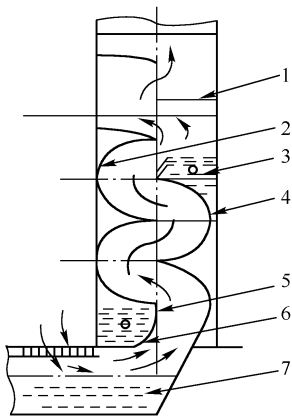
目前，汽车喷涂中，许多高质量的涂料在喷涂后都需要经过烘烤才能固化。如氨基醇酸涂料、热固性丙烯酸涂料、聚氨酯涂料等，都需要在一定温度下进行固化。为了提高生产效率和保证喷涂质量，在较大的汽车维修厂，都采用具有相应性能的烘漆室。

(1) 烘漆室的分类。根据干燥方式，可分为热空气对流干燥、红外线辐射干燥和紫外线干燥等。

在目前，我国的汽车维修业中，以热空气对流干燥和红外线辐射干燥应用最为广泛。

(2) 红外线辐射干燥室。红外线辐射干燥室主要由室体、辐射器和燃料热力转换器等组成。红外线辐射器或远红外线辐射器，安装在烘室内部。目前远红外线辐射器比红外辐射器优越得多，可以节能 30% ~ 50%。烘干时间可缩短 50%。另外温度容易控制、使用寿命长、操作简单、维修方便。因此，远红外线辐射器在新建烘干室中被广泛采用。

组合式红外线干燥设备如图 12.12 所示，移动式干燥设备在汽车局部维修干燥中广泛使用，如灯式远红外线干燥设备、板状厢式远红外线干燥设备等红外线干燥单元（又称烤灯），如图 12.13 所示。



1—挡水板；2—活动半圆筒；3—上溢水槽；  
4—固定半圆筒；5—下溢水槽；  
6—栅板；7—水池

图 12.11 多级水帘式过滤装置示意图

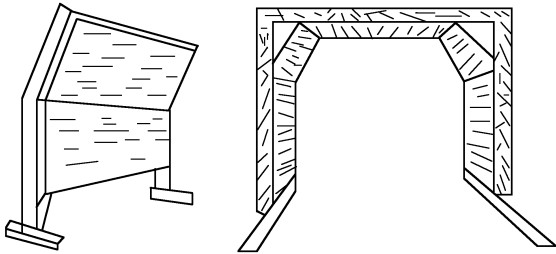


图 12.12 组合式红外线干燥设备

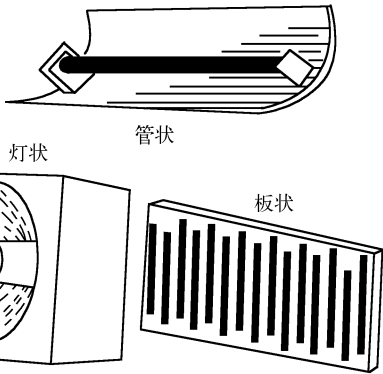


图 12.13 红外线干燥单元

12.2 底漆喷涂

12.2.1 遮盖

在喷涂底漆之前，除了要进行除油、除锈、清除旧漆层等表面准备之外，还需要在喷涂



前进行遮盖准备。这是因为底漆喷涂是喷涂作业中最先进行的，所以必须在此阶段开始前就做好遮盖工作。防止喷涂过程中的漆雾喷到不该喷的部位。

### 1. 遮盖材料

常用的遮盖材料为遮盖纸和遮盖胶带。遮盖材料由于使用的环境复杂，有的适用于炎热干燥的沙漠地区，有的适用于寒冷潮湿地区。因此，为了很好地完成喷涂工作，选用的遮盖材料必须满足气候环境的变化及防止车间中脏物和灰尘对漆面的影响。有些遮盖胶带有专门的用途，有的用在风干油漆面的情况下，而有的胶带必须用在烘干的情况下。

遮盖时常用墙纸、牛皮纸、报纸、聚乙烯膜，以及其他专门大面积遮盖汽车的遮盖物作为遮盖用纸。使用时，由于报纸可以废旧利用，成本低廉，因此经常被采用。但是报纸使用应小心被撕扯破碎，不允许用报纸遮盖清漆面，因为报纸中含有的油墨会溶入油漆的溶剂中，引起漆膜颜色改变。

### 2. 胶带的粘贴方法

遮盖纸和胶带的使用是为了防止某区域被喷涂，因此不得将遮盖纸和胶带粘贴到需要喷涂的表面上。

喷涂清漆时，应采用双层遮盖纸进行遮盖，这样可以防止因油漆中的稀释剂渗入而损坏原来的漆面。当油漆足够干燥后，应立即拆除遮盖纸和胶带。由于胶带拆除时会粘掉新喷的油漆层，因此通常不允许胶带接触或粘贴到未完全干燥的新漆面上。

(1) 胶带的基本粘贴方法。胶带应选用质量好的。聚氨酯涂料需要加热干燥，因此应使用耐热胶带纸。胶带的基本粘贴方法如图 12. 14 所示。

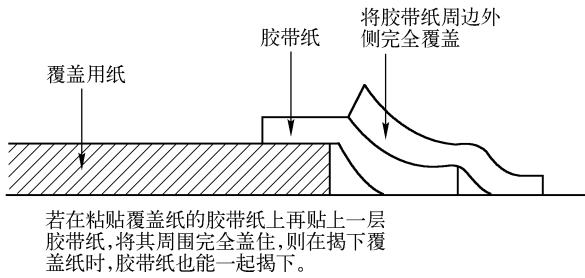


图 12. 14 胶带的基本贴法

(2) 装饰条和嵌条的遮盖。进行装饰条和嵌条遮盖时，应用一只手的手指塞入胶带卷中间的孔内，把大拇指放在胶带的外面，控制胶带的方向。拉伸胶带时，胶带的粘贴面背向操作者。粘贴时，拉伸胶带面与油漆面的间距至少应为 0. 7mm，这样可以方便粘贴并能很好地控制胶带的方向。粘贴曲面时，要适当拉伸胶带，以适应曲面的要求。

(3) 喷涂两种颜色时的遮盖。当汽车需要喷涂两种不同颜色时，应首先喷涂一种颜色。当油漆层干燥后，用胶带把这种颜色的周边进行遮盖，选择胶带的宽窄根据情况而定。然后把该颜色的漆层用合适尺寸形状的遮盖纸遮盖好。遮盖纸上的胶带粘到已粘好的周边胶带上，多余的边折叠，粘贴牢固。最后根据需要，可以用遮盖胶带沿遮盖纸的底部和边缘粘贴，清晰地标出另一种颜色油漆的喷漆面。

## 12.2.2 喷涂操作要领

喷涂操作时，必须按操作要领进行操作，以保证喷涂后的涂层具有良好的效果。该要领不但适合底漆的喷涂，同样对面漆的喷涂也适用。

### 1. 喷枪与工件表面的角度

喷枪喷涂时，与工件表面必须保持垂直，应随工件表面的曲折而改变喷枪的角度，手腕或手肘不能做弧形摆动，如图 12.15 所示。

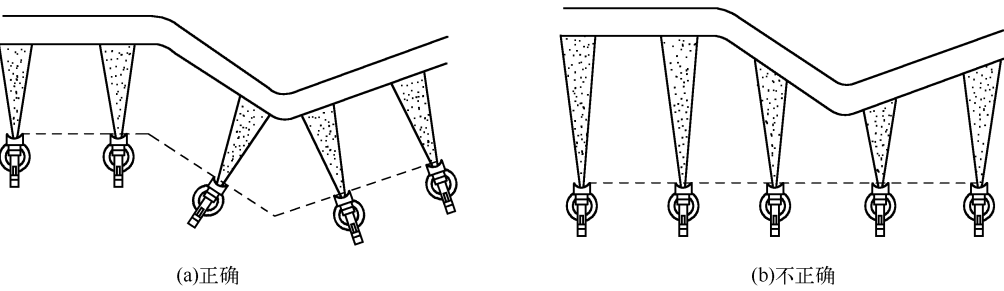


图 12.15 喷枪与工件表面的角度

### 2. 喷枪的移动速度

喷枪的移动速度与涂料的干燥速度、环境温度、涂料的黏度有关，一般以 30cm/s 匀速移动。喷枪的移动速度过快，导致涂层过薄；而喷枪移动过慢，会导致出现流挂。不允许喷枪停留不走。

### 3. 喷涂气压

喷涂气压与涂料的种类、稀释剂的种类及稀释后的涂料黏度有关，一般调整气压为 0.35 ~ 0.5MPa，具体操作要进行试喷确定。压力过低雾化不好，使稀释剂挥发过慢，容易产生“流泪”、“针孔”等现象；压力过高会造成溶剂挥发过快，严重会形成干喷现象。

### 4. 喷枪嘴与工件表面的距离

喷枪嘴与工件表面的距离是喷涂操作中很重要的一个参数，正常的距离应与喷枪的气压、喷枪的调整情况以及涂料的种类配合。一般情况下喷涂距离为 20cm 左右。实际操作时也可根据涂料供应商提供的参数进行，并通过试喷来最后确定。如图 12.16 所示，如果距离较短且以高速喷涂时，会使涂膜起皱、起堆；若距离太

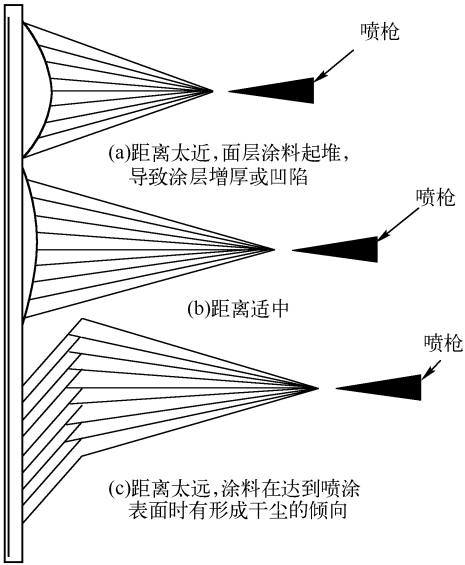


图 12.16 喷枪与喷涂表面的距离

大，可能产生橘皮或干膜现象，由于飞雾增加，会导致涂料损失增加。

5. 喷枪扳机的控制

喷枪扳机扣得越深，涂料喷出越多。为了避免每次走枪即将结束时还喷出大量的涂料，造成涂料的堆积，节省涂料，在走枪结束时适当放松扳机，以减少供漆量，如图 12.17 所示。

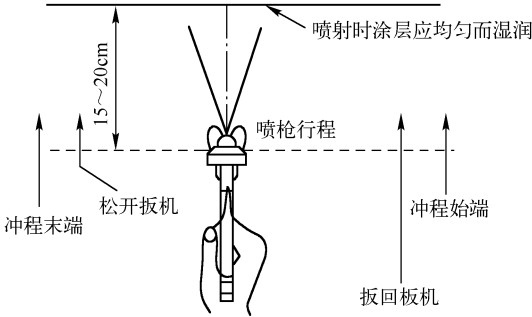


图 12.17 喷涂时扳机的控制

- 扳机的正确操作一般分为四个阶段：
- ① 先从遮盖纸上开始走，半扣扳机，仅放出空气；
  - ② 当走到喷涂表面的边缘时，完全扣下扳机，喷出涂料；
  - ③ 当走到另一头时，半松扳机，涂料停止流出；
  - ④ 反向喷涂前再往前移动少许，然后重复上述操作。

6. 喷涂方法与路线

喷涂方法有纵行重叠法、横行重叠法和纵横交替喷涂法。喷涂的路线有从高到低、从左到右、从上到下、先里后外等顺序进行。喷涂应按计划好的行程稳定而均匀地移动喷枪，在抵达单方向行程终点时放开扳机。对于一些难以喷涂的部位，例如拐角或边缘等处，要先喷涂，操作时要正对着喷涂的部位，这样可使得拐角或边缘的两边各得到一半的漆液，喷枪与工件之间的距离要比正常的距离近 2.5 ~ 5.0cm，将所有边缘拐角处都喷好后，再喷涂水平表面。

对于竖直表面的喷涂，通常从上表面的上端开始，喷嘴与上边缘齐平。喷枪第二次单方向移动的行程与第一次相反，喷嘴与第一次行程的下边缘平齐，雾形的上半部与第一次的下半部重叠，应与第二层及上一层重叠 1/3 或 1/2，各个涂层之间要留出几分钟的闪干时间。喷程的重叠方式如图 12.18 所示。

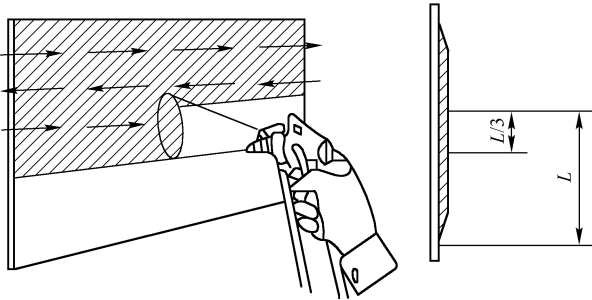


图 12.18 喷程的重叠方式

## 复习思考题

1. 何谓空气喷涂，基本原理是什么？
2. 空气喷涂常用的设备有哪些？
3. 喷枪的种类和特点？
4. 喷枪调整的项目和调整方法是什么？
5. 喷涂的操作要领有哪些？
6. 喷涂前为何要进行遮盖作业？
7. 怎样对喷枪进行日常维护？
8. 对喷漆室的要求有哪些？

# 第 13 章 中间涂料的涂装

## 学习目标：

1. 了解中间涂料涂装的目的。
2. 掌握刮腻子方法。
3. 掌握二道浆的喷涂和打磨方法。

对于裸露的板材，经过对其进行表面处理和喷涂底漆后，一般需要进行中间涂装。因为大多修补漆层经处理后，板材表面都不够平整，特别是经过钣金处理后的板材表面，由于凹凸较大，底漆很难将其填平，如图 13.1 所示。此时用涂腻子的方法进行处理。

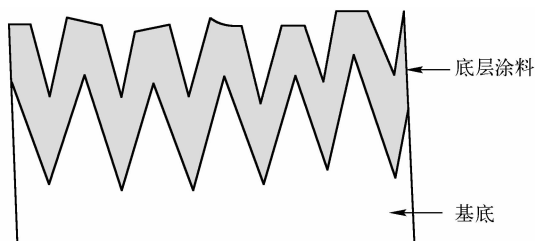


图 13.1 底漆对基底的填平能力

由于底漆的填平能力有限，因此要在面漆喷涂前进行中间涂料的涂装。中间涂料涂装的目的为填平、过渡、提高附着力。

## 13.1 刮腻子

### 13.1.1 刮腻子的准备

#### 1. 刮腻子所用的工具

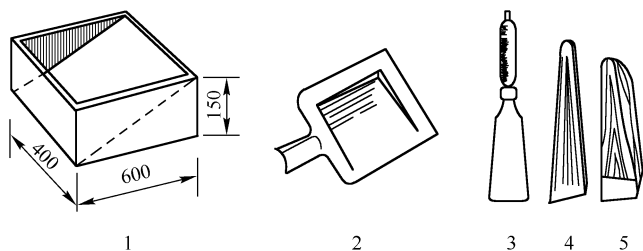
刮腻子又称打腻子，是一项手工作业。其常用工具有调拌腻子盒、腻子拖板、腻子铲刀、腻子刮刀等，如图 13.2 所示。

刮刀是刮腻子的主要工具，刮刀又分为牛角刮刀、橡胶刮刀、钢片刮刀等。

钢片刮刀由木柄和刀片组成。刀片用弹性较好的钢板制作，要求刃口平直。

橡胶刮刀采用耐油、耐溶剂的橡胶板制成，外形尺寸和形状根据需要确定。橡胶刮刀有很好的弹性，对于刮涂形状比较复杂的表面非常适用，尤其是圆角、沟槽等处特别适用。

腻子拖板用钢板或木板等制成，在刮腻子时放少量腻子以方便施工。也可以用较厚的大刮刀代替。



1—调拌腻子盒；2—钢制腻子托板；3—腻子铲刀；4—牛角刮刀；5—橡胶刮刀

图 13.2 刮腻子的常用工具

## 2. 准备腻子

(1) 确定腻子用量。为了确定需要准备腻子的多少，需要评估表面被损坏的区域和损坏程度，根据实际需求分析腻子用量。

(2) 取腻子。腻子装在罐中时，其组成成分会分离，所以在取出前要彻底混合。混合后按比例从相应罐内取出腻子和固化剂，然后及时将罐子盖好。

(3) 腻子调和。按要求的比例将腻子和固化剂进行充分调和。若固化剂过多，干燥后就会开裂；若固化剂过少，腻子就难以固化干燥。调和时比例数值应以产品说明书为准严格控制。注意不能一次取出太多的腻子进行调和，因为调和后的腻子会很快固化，如果还没有刮到规定部位就已经固化，就不能再用了，会造成浪费。一般在  $20^{\circ}\text{C}$  下，腻子可用时间为 5min 左右，因此调和要迅速。

## 13.1.2 刮腻子的方法

### 1. 往返刮涂法

往返刮涂法是先将腻子敷在平面的边缘成一条线，刮刀刃口呈  $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$  向外推向前方，将腻子刮涂于低洼处，多余腻子挤压在刮刀口成一条线。这种方法适合于刮涂平面物体。

### 2. 一边倒刮涂法

一边倒刮涂法就是刮刀只向一面刮涂。其顺序是从上往下刮，或者从前往后刮。这种方法适合刮涂汽车翼子板、发动机盖等部位。

### 3. 刮涂方式

刮涂腻子时应将刮具轻度向下挤压，并沿长轴方向刮，每次涂刮腻子的量要适度，避免造成蜂窝和针孔。对于区域性填补应注意运刮的方向，如图 13.3 所示。

刮涂腻子的运刮方式主要有满刮和软硬交替刮两种。其中满刮又分为填刮和靠刮；软硬交替刮又分为先上后刮、带上带刮等。

(1) 填刮。目的是用较稠的腻子分若干次将构件表面凹陷填平，填刮时主要用硬刮具靠刃口上部有弹力的部位与手劲配合进行操作。

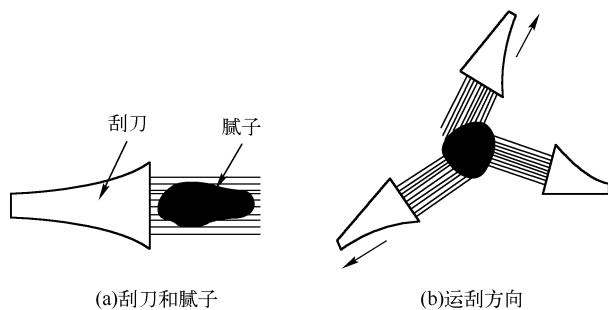


图 13.3 刮刀的运刮方向

(2) 靠刮。靠刮所用的腻子稠度稍低，用于最后一两次的刮涂，适合刮涂平滑构件面。刮涂时用硬刮具，靠刀口的作用进行刮涂，使腻子刮得薄、刮得亮。

(3) 先上后刮。先将腻子逐一填满或刮平，然后再用硬刮具将其收刮平整，适应较大面积的刮涂。

(4) 带上带刮。边上腻子边将腻子收刮平整的一种方式，适用于较小面积或形状比较复杂部位的刮涂。

#### 4. 局部修补时腻子的刮涂

局部修补时腻子刮涂一般分为三步，其刮涂方法如图 13.4 所示。

第一步，先将腻子薄薄地抹到金属表面上一层，刮刀要加上一定的力，以提高腻子与金属表面的附着力，如图 13.4 (a)。

第二步，逐渐用腻子填满修补的凹坑，刮涂时刮刀的倾斜角度通常为  $35^{\circ} \sim 45^{\circ}$  为宜，如图 13.4 (b)。

第三步，刮刀保持一定的角度，轻轻刮平修补表面，如图 13.4 (c)。

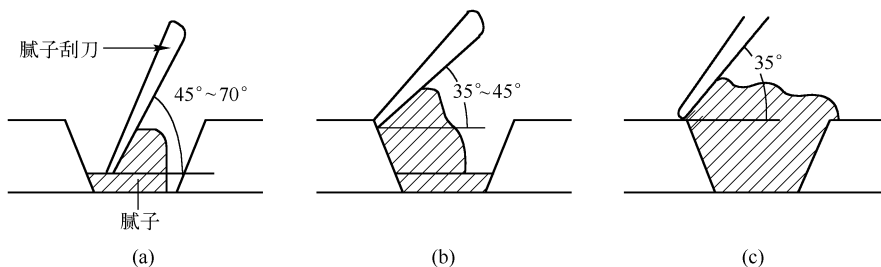


图 13.4 局部修补腻子的刮涂

#### 5. 刮腻子的注意事项

(1) 刮涂前被涂装表面必须干透，以防止产生气泡或龟裂。

(2) 如果被涂表面过于光滑，应先对表面进行打磨，以保证腻子与底面结合良好。

(3) 刮腻子手法要快而稳，不可来回拖拉。否则由于拖拉次数过多，腻子易于拖毛，表面不平不亮，还会将腻子里的涂料挤压到表面，造成表干内不干。

(4) 一次不宜刮太多腻子，防止干不透。如果需要多层刮涂时，要等到前一次充分干透，每道腻子不宜过厚，否则容易收缩开裂或干不透。

(5) 腻子刮涂工具使用后，要清洗干净再保存。刮刀刃口及平面应平整无缺口，以保证刮涂腻子的质量。

(6) 腻子应按要求进行封存和保存，夏季防干燥，冬季防冻。

### 13.1.3 腻子的干燥与打磨

#### 1. 腻子的干燥

新涂装的腻子会由于自身反应热而变热，从而加速固化反应。一般在施涂后 20 ~ 30min 就可以进行打磨。如果气温低或者湿度较高，腻子的内部反应速度降低，则需要较长的时间来进行固化。一般为了加速固化，可以给腻子进行另外加热，一般采用红外线灯或干燥机进行加热，使其固化。

给腻子加热一定要控制加热温度，加热时腻子表面温度应保持在 50℃ 以下，以防止腻子分离或龟裂。对于涂层比较薄的地方，由于反应热少而表面温度较低，从而延缓涂层比较薄的地方的固化速度，因此，要检查涂层薄的部分，以确保腻子的固化充分。

#### 2. 腻子的打磨

腻子刮涂干燥后，为了使腻子表面平整光滑，应进行必要的打磨。其打磨方法有锉刀粗锉削、打磨机打磨和手工打磨等。

(1) 锉刀粗锉削。新刮涂的腻子厚度一般都会较厚，超过实际需要，所以最先可以用锉刀初步锉削腻子表面，完了再使用打磨机进一步打磨，以提高工作效率。

锉刀锉削时，一般先用半圆锉进行锉削，锉削时不宜用力过大，防止留下很深的锉痕。然后用平锉进行锉削，目的是消除前一次的锉痕，保证锉后平整度。

(2) 打磨机打磨。锉削后的表面用打磨机进行进一步打磨。打磨机打磨时要注意控制，不要施力过大，应将打磨机轻轻压住，靠旋转力进行打磨。打磨时要根据填补面积和腻子类型选择打磨用砂纸的粒度。

(3) 手工打磨。使用打磨机打磨的表面，不能保证平整度，必须还要进行手工打磨。操作时用打磨板进行打磨比较方便，打磨板的大小应与打磨作业面积相适应。如果能充分利用模块进行打磨，可以加快打磨的速度同时，提高打磨质量。

手工打磨后，如果发现有气孔或小的伤痕，应马上进行修补。

## 13.2 二道浆的喷涂与打磨

腻子刮涂并打磨后，由于干燥收缩，会在表面留下凹凸不平的点，即使经过手工精打磨操作，依然不能满足喷涂面漆的要求。另外，腻子表面打磨留下细小的划痕，也不适宜直接喷涂面漆，一般需要喷涂二道浆。

二道浆的主要作用是填补平整表面和防锈保护。对于汽车修补涂装，主要是填补平整表面。



13.2.1 二道浆的喷涂

对于二道浆的喷涂作业可参照底漆喷涂的喷涂方法进行喷涂。对于喷枪的各项调整应参阅所用二道浆的使用说明。

二道浆也称二道底漆，一般情况下，二道浆的喷涂施工程序如图 13.5 所示。应该先用压缩空气吹净表面的粉尘，如果是湿打磨，还应进行去湿处理，使被涂表面干燥。另外还按程序进行脱脂处理、遮盖等。对于遮盖方法可参照底漆喷涂前的遮盖法进行作业。

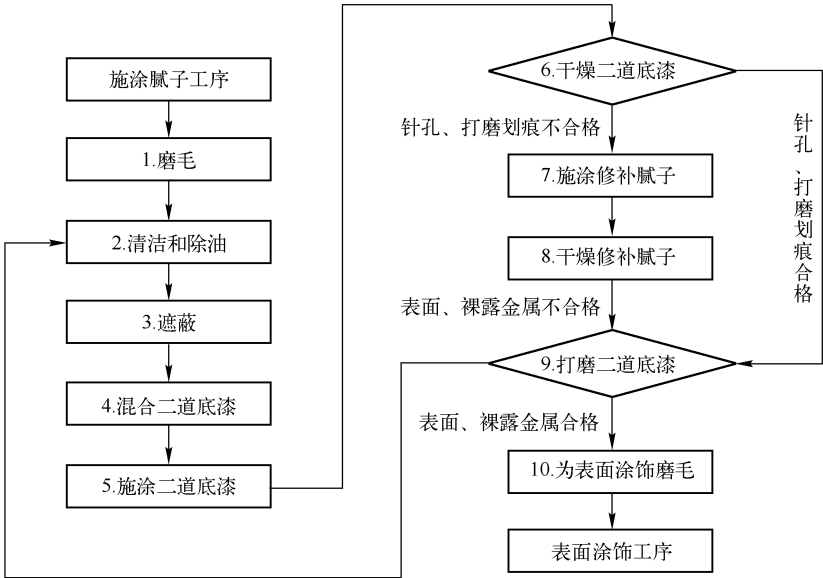


图 13.5 二道浆（二道底漆）的施工程序

二道浆喷涂结束后，应仔细检查涂装表面有无砂纸打磨痕迹、气孔和其他缺陷，如果有缺陷，可以采用硝基类速干油灰修补。

二道浆涂层在打磨前一定要充分干燥，如果干燥不充分，不但打磨时涂料会填满砂纸，导致作业困难，而且喷涂面漆之后，会出现涂膜缺陷。

13.2.2 二道浆涂层的打磨

1. 干打磨

采用双动式或者往复式打磨机，选用相应粒度的砂纸进行打磨。不论哪种打磨机进行打磨，都不要用力过大，只能稍微用点力沿车身表面移动。

打磨时应注意不能只打磨喷涂了二道浆的部位，就涂膜与二道浆的交界区域也应进行打磨。

用手工打磨板进行打磨时，应该使用软磨头或橡胶块磨头，选择砂纸粒度应该在 280# ~ 400#，均匀地横向打磨。

干打磨后，应进行表面清洁。

## 2. 湿打磨

湿打磨一般采用耐水砂纸进行打磨。当面漆为金属闪光涂料时，可以用 400# 砂纸；如果面漆是硝基涂料，则要用 600# 的砂纸进行打磨。

## 复习思考题

1. 为什么要进行中间涂料的涂装？
2. 腻子怎么进行调和？
3. 腻子的打磨方法有哪些，如何进行？
4. 刮腻子的注意事项有哪些？
5. 为什么要进行二道浆的喷涂？

# 第 14 章 面漆的喷涂

## 学习目标：

1. 了解色彩的基本知识。
2. 掌握面漆的人工和计算机配色方法。
3. 掌握面漆喷涂工艺。
4. 能进行面漆喷涂作业。

面漆的喷涂由于是整个涂层外面的一层，其质量直接影响美观效果和涂膜质量，因此面漆的喷涂是整个喷涂作业中至关重要的一个作业过程。

面漆喷涂要保证颜色匹配，所谓的颜色匹配是指车身涂层修复时，新涂层与原车涂层颜色一致的匹配方法，是车身涂层修复的一项基本工艺。

## 14.1 面漆的配色

对于汽车涂装的配色来说，就是涂料（油漆）的配色，是调配各种色漆（面漆）的色彩。配色是用几种色漆，按标准样板、色卡或者标准色漆来配制出一种新色漆的方法。配色是涂装前工作准备的一项专门技术，是一种精心细致的工作。

### 14.1.1 色彩的基本知识

色彩的基本知识主要是色彩的理论知识，色彩理论是建立在物理光学、视觉生理学、视觉心理学，以及美学等学科基础上的综合性科学。色彩理论揭示了色彩的本质，是颜色匹配的理论基础。

人能辨色需要具备光线、物体、观察者三个条件，称为视觉的三要素。

#### 1. 光与颜色

颜色是光作用于物体的结果，是物体对光的反射、透射和吸收综合作用的结果。不同的物体在同一种光源下有着不同的颜色，而同一物体在不同光源下的颜色也不同。物体的颜色，是指在太阳光线作用下呈现的颜色。人肉眼之所以对自然界的物体有色的感觉，是因为各种物体对落在它上面的光线有吸收、反射和折射的结果。例如，某物体吸收了红光，而反射出绿光，则看到的物体就是绿色，吸收了蓝光而反射出黄光，此物体就是黄色。

太阳光透过三棱镜映在白色的屏幕上，就形成一条按一定次序排列的彩色带，如图 14.1 所示。彩色带由红、橙、黄、绿、青、蓝、紫七种颜色的可见光组成，光的这种现象称为光的色散，彩色带称为光谱。

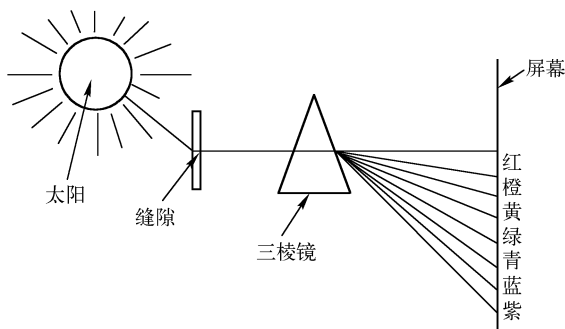


图 14.1 太阳光散射现象

将红、绿、蓝色三种光能混合成白光，即人眼能感觉到的白光就是由这三种色光组成的。所以红、绿、蓝三种色光称为光的三原色。

## 2. 颜色的种类和变化

颜色的种类非常多，大约有 800 万种。通过分析颜色的变化规律，得出符合光谱色中存在的三个最基本的原色，即红、黄、蓝是颜色中的三原色，这与光的三原色是有区别的。颜色中的数百万个，都是以原色按一定的规律混合而调配成的颜色。

(1) 原色。原色也称基色，是指可以混合成其他色彩，而其他色彩不能混合出来的色。如调配色漆，可以用红、黄、蓝三种色漆作为原色，调配出各种各样的颜色。

(2) 间色。也叫二次色，是两种原色混合的结果，即红 + 蓝 = 紫；红 + 黄 = 橙；黄 + 蓝 = 绿。

(3) 复色。是两种间色混合，或者一种原色与另一种间色混合的结果。通常所说的混合漆就是指复色漆。用黑色漆或白色漆与一种原色漆或间色漆相互混合的色漆也称复色漆。

(4) 补色。也称余色，是指在调色时，原色中的一种与其他两原色的混合色（间色）相对照而形成的色彩关系，如红与绿、黄与紫、蓝与橙等。当两个间色混合调为复色，与其对应的另一个间色也称为补色。

(5) 消色。在原色、复色中加入一定量的白色，可调出粉红、浅红、浅蓝、浅天蓝、淡蓝、浅黄、牙黄、奶黄等多种颜色，颜色的深浅不同；而加入黑色可调出棕色、灰色、褐色、墨绿色等不同的颜色。由于白色和黑色起到了消色的作用，因此将白色和黑色称为消色。

## 3. 颜色的调配

在调配颜色的过程中，如果以基本色调配时，首先要找出主色，并依次找出调整时使用的其他颜色，最后才可以加入补色和消色。两个相近的色相进行调配时，一般可以调出鲜艳的颜色。补色是调整灰色调，所有颜色与其补色相调都会调出灰色调，是较为沉着的色调。在调整过程中，补色加入一定要慎重，要少量慢慢加入，否则一次加入过多就很难调整过来。复色调整时应该将主、次弄清楚，按比例顺序逐步加入，并边加入边混合，随时观察颜色的变化。等调整的颜色色调调好后，再调明度，最后调整纯度。调配颜色时要有顺序、有层次、按步骤进行，以保证调整又快又准确。

## 14.1.2 面漆的人工配色

车身维修涂装分为全车涂装和补漆涂装两大类。全车涂装又分为用原来颜色涂装和改变颜色涂装。整车涂装配色比较容易，而补漆涂装因要求颜色的误差小，越接近越好，在没有先进仪器设备的情况下进行配色，比较困难。现在一般都利用先进的仪器进行配色，但是，人工配色方面的知识是基础，在利用仪器配色过程中，也起一定的作用。

### 1. 面漆配色前的准备

在调配前应该对原来色漆进行观察和分析判断，首先要观察色相是红色、蓝色还是绿色，然后分析是由哪种颜色组成的，进一步判断组成颜色中的主色、次色、再次色的大致比例。

如果是金属光泽漆，还应该分析金属闪光色的方向性。

配色的顺序是先确定出主色（原色）、次色（间色）、补色，然后先放主色，然后加次色，最后加补色。

### 2. 配色的主要程序

（1）确定颜色配方。根据颜色分析结果，明确要调配的复色漆有几种原色组成，并初步确定主色、次色和补色。可通过试配小样来辨别颜色，确定各种颜色的大概比例。

（2）颜色的配制。先加入主色，然后加入其他次要的色料，并不断搅拌，使其互溶。遵照先主后次、由浅入深的原则，先取得近似所要调配的颜色，并以此为基础，进一步判断所需加入的色料，这时候一定要少加多搅拌，并随时与样板颜色对照比较，不可急于求成。如果觉得十分接近，可进行试喷。

（3）对比分析。将配好的色漆试喷后，待干透后与原车漆进行对比。如果经对比与原车漆颜色不同，应进行分析，是否是以下原因造成的。

① 色漆配制方面的原因。配方、搅拌、稀释剂用量等。

② 原车漆方面的原因。原车漆褪色与否，方法是检查不外露表面。如果已经褪色，可扩大修复部位。

③ 喷涂方面的原因。是否未干透，一般干燥后颜色要深些。喷涂的厚度，厚度大的颜色要深些。

（4）颜色调整。试喷后经过颜色对比，确定需要加入哪一种颜色，少量进行加入调整，使之逐渐接近标准色或者原车漆膜颜色。除此之外，还要对明度、色相、纯度进行适当的调整。

## 14.1.3 计算机配色

计算机配色也称计算机调漆，是根据电子计算机技术的发展，利用先进技术，将复杂的配色过程变得精确、简单、规范。目前计算机配色在涂装技术中已经得到广泛的应用。

### 1. 计算机配色的基本原理

在计算机配色过程中，计算机就像一个大型的色漆配方资料库，其中储存着所有色卡配方，计算机资料光盘为用户提供各个汽车制造商不同品牌、年款的各种颜色的编码的标准配

方。如果计算机调漆中心或汽车维修厂有相同的颜色编码的色漆，可以直接选用；若没有相同颜色编码的色漆时，可将颜色编码输入计算机，查出各个单颜色的组分和重量，调配时，技术人员就可以按其组分和重量进行配色。

## 2. 计算机配色设备简介

计算机配色设备由可见光分光光度仪、电子计算机、配色软件等部分组成。

(1) 可见光分光光度仪。它由光源、单色器、积分球、光电桥检测器、数据处理系统等部件组成。其作用是将测得涂成层的光谱反射率曲线，通过库贝尔卡、芒克配色理论计算出涂层颜色的准确数据，测出颜色，再通过计算机配色软件进行调色。

(2) 配色软件。由色质检测软件、调色软件等部分组成，主要作用是建立储存基础颜色（颜料种类和用量）数据库。使用时先确定基础颜色和色母，然后输入每种色母的光谱反射率曲线（不同波长的吸收系数和散射系数），再根据输入数据进行调色，即新购置的配色软件是不会配色的，必须先将该漆的色号输入配色系统，配色软件才能用输入的色号数据进行配色。

(3) 电子秤。又称配色天平，是一种称量涂料的专用天平，帮助计算适当的混合比。常用的电子秤量程可达 7500g，精确度为 0.1g。电子秤由托盘秤、电子显示器和集成电路板等组成。

## 3. 计算机配色的操作过程

(1) 确定漆种。首先要确认所需要修理车面漆的漆色品种，直接查取车身颜色编码，如果无法查取，则需要用色标卡进行比色测定。

色标卡，是一种专门印制的涂料颜色卡片。按其颜色的品种和同一品种的不同色度而制定的标准颜色卡片，在卡片上标注其数码编号，每一个色标卡编号就是色漆的标志。如图 14.2 所示，表示为一种紫色漆的不同色度的色漆，301A5 色度最浅，301H1 最深。每一个方块色中间有一个圆孔，在认定汽车面漆时，首先目测出近似原车面漆的色标卡，然后将色标卡铺在车身表面，从色标卡方块的圆孔中露出车身面漆颜色，找出与色标卡最近似，甚至一样的那个方块，这样测出车的面漆就是那个方块的数码所代表的色漆。

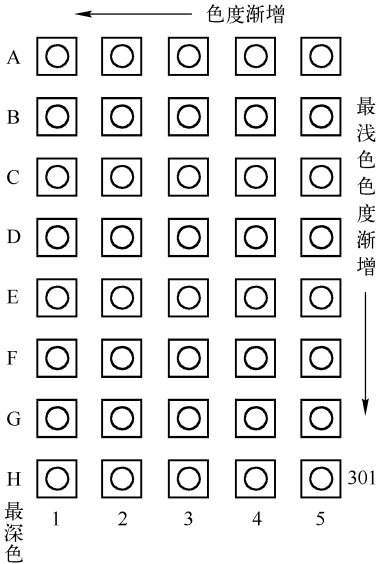


图 14.2 色标卡编码示意图

(2) 配漆。如果测定车的面漆数码为 301A5，而库存中又没有现成的这种色漆，则将此编码输入到计算机中，从计算机屏幕上就显示出 301A5 的配方。如 956 为 179.9g；744 为 1.5g；957 为 71.8g；666 为 81.5g；333 为 153.4g。根据以上配方，用电子秤称量出各组分的质量，按比例量出所需用量，放入一定的调配容器中，手工或机械搅拌均匀，按施工要求调到所需浓度，色漆的调配就完成了。

## 4. 计算机配色的特点

- (1) 配色标准、速度快、效率高，为汽车修补涂装配色节约了时间，提高了效率。
- (2) 用计算机配色时，必须储备一定量的各种品种的色漆配方和色号，如果储备的数量

和品种规格不足，就很难按要求准确地配出所需要的该种颜色。

(3) 所采购的各种数码色漆必须保证质量，如果质量不好，用计算机肯定配不出理想的颜色来。

(4) 无标准色号的色漆不适用于计算机配色。

(5) 对单色漆的储存放置应按色号数码的规律放，使其标准化，防止出错。

(6) 计算机配色所需的设备和软件的功能差别不大，使用时可按要求进行购买或配套。

## 14.2 面漆的喷涂

### 14.2.1 面漆喷涂前的准备

#### 1. 表面除尘与脱脂

(1) 除尘。打磨结束后，应使用气枪利用压缩空气彻底清除打磨粉尘。清除粉尘应按顺序进行，不应有遗漏。以全涂装为例，其粉尘清除顺序可以先从车顶开始，然后是发动机罩、行李箱盖等，然后是车门和翼子板的间隙、行李箱盖和发动机罩的边缘等。

(2) 脱脂。在脱脂之前按底漆喷涂作业的方法进行遮盖，遮盖后要进行脱脂处理。因为在遮盖过程中，即使很注意，也难免粘贴带纸，手上的污物等黏附到被涂装表面。因此必须进行脱脂处理。

脱脂的方法是用干净的布蘸脱脂剂，全面地擦拭需涂表面。擦拭时可以一块一块擦拭，完毕后一定要用干净的布再擦拭一次。对于关键部位应该进行仔细地擦拭，例如，门把手和滑槽附近、门的内侧和行李箱盖、发动机罩四周等。

脱脂结束后，再次用压缩空气吹去残留的粉尘，最后用粘胶布擦去粘在涂层上的粉尘，最好是用鹿皮代替粘胶布进行最后除尘。

(3) 喷涂前的进一步检查。在正式喷涂前，要检查车身外表是否有遮盖遗漏；再就是检查是否有打磨作业和清扫作业未完备的地方；再者要检查喷枪和干燥设备是否正常。

#### 2. 喷涂前的涂料准备

(1) 涂料的过滤。调整好颜色的涂料，必须进行过滤，这是因为涂料内难免有杂质和灰尘，杂质和灰尘对涂装质量有很大影响，一定要按要求严格进行。过滤工具有滤纸、漏勺形的滤网、纸质滤网等，如图 14.3 所示。

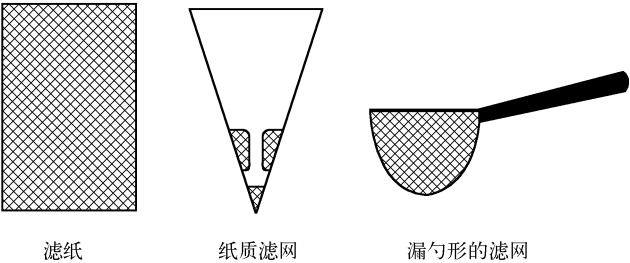


图 14.3 常用过滤工具

(2) 黏度调整。涂料的黏度应随工作环境温度进行调整,即同一种涂料,冬季比夏季显得黏度大些。黏度越高的涂料,随温度变化的特征越明显。因此,即使加入相同量的稀释剂,夏季的黏度如果是 13~14s,冬季的黏度就为 20s 左右。所以在黏度调整时,要充分考虑这一情况,根据实际情况进行必要的调整。

### 14.2.2 面漆的喷涂手法

面漆的喷涂作业与底漆的喷涂操作基本相同,只是因为面漆喷涂作业要求更高些,所以喷涂的手法就要求得更细腻些,以保证获得良好的色彩和光泽效果。

#### 1. 干喷

干喷是指喷涂时选择的溶剂要快干,气压较大,漆量较小,温度较高等,喷涂后漆面比较干。

#### 2. 湿喷

湿喷是指喷涂时选择的溶剂要慢干,喷涂气压较小,出漆量较大,温度较低等,喷涂后漆面比较湿。

#### 3. 湿碰湿

湿碰湿一般与湿喷近似,是指不等上道漆溶剂挥发就继续喷涂下一道涂料的方法。

#### 4. 虚枪喷涂

虚枪喷涂就是将黏度调整到极低的涂料喷涂在面漆上的操作。是在喷涂色漆后进行的一种喷涂方法,主要是为了修补漆与旧漆层之间的晕色,提高涂层光泽等。

#### 5. 雾化喷涂

雾化喷涂也叫飞雾喷涂或飞漆喷涂。飞漆喷涂一般用于金属漆的施工,金属漆由于漆中有金属颗粒,有的有云母、珍珠等。所以喷涂金属漆时一般采用飞漆法以散花状进行喷涂。

### 14.2.3 面漆喷涂作业

面漆喷涂作业在喷涂间内进行。喷涂前,应再次用压缩空气清洁被涂表面。单色涂膜和金属闪光色涂膜的面漆作业工序不同,下面以修补涂装面漆为例,分别进行介绍。

#### 1. 单色面漆的喷涂

(1) 第一道喷涂。以黏度 14~18s 薄薄的喷一层,要能透过面漆层看到二道浆涂层。

(2) 第二道喷涂。要确定涂层的色彩,涂料黏度 14~18s,比第一道喷得厚些,连喷两遍。

(3) 第三道喷涂。将涂料黏度稀释到 12~16s,仔细喷涂,目的是获得良好的表面质量和光泽。

(4) 晕色处理。涂料和溶剂以 1:4 比例进行调和,修补涂膜的边缘直到旧漆层。薄薄地喷涂一层,以减弱新旧涂膜的色感差。



## 2. 金属闪光面漆的喷涂

(1) 第一道喷涂。以 290 ~ 390kPa 的喷涂压力, 涂料黏度为 12 ~ 14s, 薄薄的喷涂一层, 要能透过薄漆层看到二道浆层。

(2) 第二道喷涂。决定涂膜的色彩, 应不等第一道完全干燥就进行, 不必介意金属色斑。要稍微喷涂厚一些, 如果连续喷涂两遍还决定不了涂膜的颜色, 可隔 2 ~ 3min 再喷两遍。

(3) 第三道喷过渡层。主要是消除金属色斑。稍微添加些溶剂, 适当降低黏度, 达到既消除金属色斑, 又能进行晕色处理。在喷涂时, 要比前两道喷涂的范围宽些, 以减轻色差对比。喷涂时喷枪可稍微远些。

(4) 喷透明层。在前三道喷涂后, 不能立即喷涂透明层, 应设置 5 ~ 10min 的间隔时间, 然后再进行透明层的喷涂。

第一道透明层不要喷得过厚, 以能显示光泽为宜, 黏度为 11 ~ 12s, 喷射压力为 290 ~ 340kPa。

第二道透明层要保证适宜的厚度, 充分的光泽。移动喷枪稍慢, 涂料黏度为 11 ~ 12s, 喷射压力为 290 ~ 340kPa。

(5) 最后用晕色剂处理旧涂膜的边缘交接部位。

### 14.2.4 抛光

所谓抛光, 就是通过打磨, 使涂膜表面进一步显示出光泽, 同时除去附着在涂膜表面的灰尘和小麻点, 对表面粗糙处和起皱处等不平整的地方进行修整作业。对于部分涂装, 包括对润色部位进行的打磨等。抛光既是全涂装和局部涂装的最后一道工序, 也是对涂膜的精加工。

抛光方法是先在涂膜上稍微涂抹一点研磨膏, 然后用柔软的布进行手工打磨, 也可以用抛光机进行打磨, 抛光机打磨的效率高, 对于大面积的抛光, 一般都采用抛光机进行打磨抛光。在打磨时, 一般先用粗粒度的研磨膏, 然后用中等粒度的, 待形成一定的光泽后, 再用很细粒度的研磨膏进行打磨。

### 14.2.5 打蜡

待抛光作业后, 最后一道工序是打蜡。

打蜡的作用是能在汽车表面形成一层保护膜, 有效隔离外部环境对车漆的不良影响, 如阳光、酸雨、鸟粪、灰尘、工业污染等; 增加车漆表面的光泽; 可防水、防高温、防静电、防紫外线。

需要注意的是, 有的涂料禁止打蜡, 例如, 合成纤维素丙烯酸硝基涂膜不能使用油性蜡, 聚氨酯涂膜在完全固化前也最好不要打蜡。不同的涂膜应选择与之相适应的车身蜡, 选择方法是根据涂料生产厂家的使用说明书进行选择。

## 复习思考题

1. 何谓原色、间色、复色、补色和消色?

2. 面漆人工配色的主要程序是怎样的？
3. 面漆计算机配色的操作过程是怎样的？
4. 面漆的喷涂手法有哪些？
5. 面漆喷涂前应该做哪些准备？
6. 单色面漆喷涂的步骤和方法？
7. 金属闪光面漆的喷涂步骤和方法？
8. 为何要进行抛光，如何进行？

# 第 15 章 涂膜的缺陷与防治

## 学习目标：

1. 懂得漆膜缺陷对涂装质量的影响。
2. 掌握漆膜缺陷的现象。
3. 了解涂装过程和存放过程中出现漆膜缺陷的类型。
4. 熟悉引起漆膜缺陷的原因。
5. 能对典型漆膜缺陷进行分析，提出解决方法。

在汽车喷涂作业中，经常会出现质量问题，表现为涂膜出现缺陷。所谓涂膜缺陷也称为涂膜病害或涂膜故障，是指涂膜的质量与规定的技术指标相比所存在的缺陷。涂膜缺陷的出现是可以通过再修理的方法进行补救的，但是这样会影响企业的生产成本，带来不必要的损失。因此，如果能掌握常见的病害原因和防治措施，就能在生产中杜绝各种病态的产生，从而保证喷涂质量，减少喷涂成本。

## 15.1 涂膜缺陷的现象及原因

### 15.1.1 涂膜缺陷的现象

#### 1. 涂装过程中产生的缺陷

根据面漆涂装的特点，按生产过程中产生的缺陷可分为素色面漆缺陷和金属色面漆缺陷两种类型。

(1) 素色面漆常见缺陷。素色面漆根据面漆的种类不同，产生的缺陷现象有所不同。

醇酸面漆常见缺陷：橘皮、流挂、光泽不良等。

氨基面漆常见缺陷：干燥不良、变色（泛黄）、脏污、起水泡等。

硝基面漆常见缺陷：颗粒凸起、橘皮、流挂、渗色、咬底、泛白等。

丙烯酸面漆常见缺陷：和硝基面漆基本相同。

聚氨酯面漆常见缺陷：起痂子、针孔、气泡等。

(2) 金属色面漆常见缺陷。金属色面漆在涂装过程中属于双涂层面漆，先喷涂该色金属漆底漆，然后用双组分配套清漆罩光，与常规面漆比，相当于喷涂了两层面漆，所以在生产过程中除容易产生素色面漆常见缺陷外，还容易产生以下缺陷：金属底色漆粗糙、颜色不均匀，清漆罩光不丰满、缩孔等。

#### 2. 汽车使用或存放过程中产生的缺陷

汽车使用或存放过程中，随时间变化，在环境的影响下，在涂装过程中没有显现的缺陷

现象也会显露出来，有些现象依然与喷涂质量有关。

汽车使用或存放过程中，易出现的缺陷现象有：鼓泡、变色、失光、开裂、脱皮、锈点、粗糙、剥落等。

### 15.1.2 涂膜缺陷的主要原因

涂膜产生缺陷的原因有很多，包括材料原因和施工原因等。

#### 1. 材料的原因

(1) 涂料的原因。包括底漆、面漆、二道浆、腻子等选择配套不当，质量不佳，配色不准、过期使用等。

(2) 施工的原因。施工的原因是多方面的，主要包括以下几个方面：

- ① 表面准备不充分。旧漆打磨不彻底，除锈、脱脂、除尘不充分等；
- ② 添加剂使用不合理。未按要求进行添加，导致添加过多或过少；
- ③ 各个涂层的过渡打磨不合乎要求。多为未干透打磨或打磨不够平整；
- ⑤ 涂料的搅拌不均匀，过滤不充分；
- ⑥ 喷涂压力过高或过低；
- ⑦ 喷涂时距离喷涂表面过近或过远；
- ⑧ 喷涂流量过大或过小；
- ⑨ 环境温度过低或过于潮湿或干燥速度过快；
- ⑩ 喷枪质量不好或清洗不彻底。

除此之外，如工作场所通风不良，灰尘较多，光线不好等原因也影响涂膜质量。

## 15.2 典型涂膜缺陷分析

### 15.2.1 气孔

#### 1. 现象

在面漆层上出现许多气孔。这种情况往往出现在喷涂后经高温烘烤，或数日后出现。

#### 2. 原因

(1) 表面清洁或处理不当。灰尘微粒在表面像海绵一样吸收水分，当漆层暴露在阳光下时，水分膨胀并使压力加大，当压力大到一定程度，就会形成气孔。

(2) 使用了不合适或错误的稀释剂。例如，在夏季使用了快干稀释剂，尤其是当涂层太干或者受到过大压力时，空气和水分会留在涂层内，在一定时候水分和空气逸出而形成气孔。

(3) 漆层太厚。漆层之间的干燥时间短，或者涂层过厚，将过多的溶剂留在涂层中，在一定条件下内层的溶剂会挥发出来在漆面上形成气孔。

(4) 压缩空气不洁净。压缩空气中含油、水、灰尘造成喷涂污染。

#### 3. 预防措施

(1) 要对需要喷涂的表面进行彻底的清洁。仔细打磨，要确认干燥后才能进行喷涂。不

可用手触摸清洁后的表面，以免手上的油污污染表面。

- (2) 根据喷涂时的温度选择合适的稀释剂。
- (3) 各个内涂层和面漆层都应该经过干燥，严格按涂料厂家的要求进行施喷。
- (4) 定期对高压气体进行人工排水、排油，保证气源清洁。

#### 4. 解决办法

如果气孔很深，损坏范围大而严重，必须清除到底漆或金属表面，然后再重新喷涂。如果气孔较浅、损坏程度较轻，可以将气孔磨掉然后重新喷涂。

### 15.2.2 气泡

#### 1. 现象

在涂装过程中，涂膜表面有泡状鼓起，产生气泡现象。烘干过程中易产生这种缺陷。

#### 2. 原因

- (1) 稀释剂挥发快，涂料黏度偏高（一般香蕉水挥发都很快）。
- (2) 晾干时间短、涂膜烘干时升温过急。
- (3) 底材、底涂层或被涂面含有（或残留有）溶剂，水分或气体。
- (4) 搅拌时混入涂料中的气体未释放尽就涂装。

#### 3. 预防措施

- (1) 使用配套的稀释剂，黏度不宜过高。
- (2) 按施工说明时间干燥，涂层烘烤时升温不宜过快。
- (3) 被涂面应彻底清洁，干燥处理。
- (4) 涂料混合搅拌后应静置一定时间再喷涂。

#### 4. 解决方法

气泡是涂膜破坏性的弊病，只能铲除，重新进行表面处理，刮腻子及重新喷涂。

### 15.2.3 橘皮

#### 1. 现象

在涂膜表面呈疙瘩状、不平整，有类似橘子皮的外观。

#### 2. 原因

- (1) 被涂物和空气的温度偏高，喷漆室内风速过大，稀释剂挥发太快。
- (2) 干燥不够，时间偏短。
- (3) 涂料的黏度太高，流平性差，稀释剂选用不当。
- (4) 喷涂技术不良，喷枪距离太远或太近，涂层过厚或过薄。
- (5) 喷涂气压太低，出漆量过大或喷枪不佳，导致漆料雾化不良。

### 3. 预防措施

(1) 选用合适的溶剂，添加流平剂或挥发较慢的高沸点有机溶剂，调整合适的黏度，以改善涂料的流平性。

(2) 调整喷涂气压与出漆量、喷涂距离与走枪速度，选用雾化性能良好的喷枪。使涂料达到良好的雾化。

(3) 延长晾干时间，不宜过早进入高温烘干。

(4) 被涂物应冷却至 50℃ 以下，室温维持在 20℃ 左右。

### 4. 解决办法

(1) 待漆膜完全固化后，视橘皮皱纹之严重性，以极细砂纸或粗砂蜡磨去橘皮皱纹。

(2) 严重部分则以细砂纸磨平，并重新喷涂。

## 15.2.4 白化

### 1. 现象

喷涂完的涂层表面呈乳白色，涂膜不仅发白，而且像云一样的变白无光泽现象称为白化。

### 2. 原因

白化情况多发生在高湿环境下喷涂挥发性涂料的场合，严重时完全失光，涂层出现微孔。漆内溶剂急速蒸发，使涂面温度降低，导致大气中湿气在漆面凝结，沉入涂膜中致使树脂析出而变白。

(1) 喷涂场所的空气湿度过高。

(2) 所使用的稀释剂品质不良，挥发太快。

(3) 喷涂场所的气温寒冷，尤其是被涂物的温度低于室温场合。

(4) 喷漆室内空气流通不良，又缺乏加热设备。

(5) 喷涂气压过大。

### 3. 预防措施

(1) 对喷涂场地进行适当加热，增加干燥度，提高环境温度。

(2) 使用品质好的，挥发较慢的稀释剂。

(3) 在稀释剂内添加防潮剂，使用量要小，否则会减慢干燥速度。

(4) 涂装前使被涂料的温度高于环境 10℃ 左右。

### 4. 解决办法

(1) 轻微白化待其固化后，再以抛光蜡打磨去除其不良处。

(2) 严重白化，在该区域内喷涂慢干稀释剂或防潮剂。

(3) 在白化极严重的部位，可能有水分残留在漆膜内，让其干燥，湿打磨再重新喷涂。

## 15.2.5 开裂

### 1. 现象

涂层上出现许多较深的裂缝，与干枯的泥塘中泥土的开裂情况相似，其形状往往是三角形或不规则的形状，裂痕一般发生在面漆层，有时候也深入到内涂层。

### 2. 原因

- (1) 涂层太厚。过厚的涂层会使正常的应力和应变力放大，造成面漆开裂。
- (2) 没有将漆原材料混合均匀。
- (3) 快速干燥的时间太短。
- (4) 使用了错误的添加剂。

### 3. 预防措施

- (1) 面漆层不能太厚。每两个面漆层之间应保留足够的闪干时间，不可急于用高压空气吹风干燥。
- (2) 所有的面漆原料必须充分搅拌，压缩面漆层，如果有必要可在面漆中加入缩孔排除剂。
- (3) 严格按所用涂料生产厂家提供的添加剂。

### 4. 解决办法

将开裂的部分进行重新打磨，然后进行喷涂。

## 15.2.6 脱皮（剥落）

### 1. 现象

面层与底层之间失去亲和力（面漆与底漆层之间、面漆层和原有的漆层之间、底漆层与金属板之间），导致使用过程中漆层脱皮。

### 2. 原因

- (1) 在进行喷涂前表面清洁不够，如果不清除灰尘和其他油污脏物，将使漆层与底漆之间无法亲和。
- (2) 没有对金属表面进行适当的处理。
- (3) 没有将各种原材料混合均匀。
- (4) 使用了不合适的中涂漆。

### 3. 预防措施

- (1) 对需喷涂的表面进行彻底的清洁，用清洗溶剂清洗表面的灰尘及油污。
- (2) 使用合适的金属调节剂和转换涂层。
- (3) 充分搅拌所有有色的内涂层和面漆原料。

(4) 使用合适的中涂漆。

#### 4. 解决办法

根据脱皮程度采取相应措施，如果脱皮较轻，可研磨后重新薄薄的喷涂一层。如果脱皮严重，必须重新打磨至金属板层，然后按正确的方法重新喷涂。

### 15.2.7 渗色

#### 1. 现象

涂膜表面变色，变色一般呈晕圈形式，严重时漆膜颜色完全改变，通常在红色、褐色漆表面喷涂时会发现此现象。

#### 2. 原因

主要原因是底层涂料中的颜料被新涂层的溶剂溶解并吸收。

#### 3. 预防措施

- (1) 使用防渗色底漆。
- (2) 喷涂之前清除原来漆膜上黏附的漆雾。
- (3) 试喷试验原来漆膜是否有渗色现象。

#### 4. 解决办法

打磨到原来漆膜，喷涂封闭底漆，将原来漆膜封闭，然后重新喷涂面漆。

### 15.2.8 缩水（鱼眼）

#### 1. 现象

漆膜表面出现大量的直径从针孔到 1cm 左右的火山口样的空洞或凹痕。一般大凹痕单独出现，小凹痕成片出现。在凹痕的中心一般可发现有小的杂质颗粒存在。

#### 2. 原因

产生缩水（鱼眼）的根本原因是油漆表面的张力发生变化。具体原因如下：

- (1) 底漆中含有不匹配的成分。
- (2) 喷漆环境中或基材表面上有含硅的有机化合物。
- (3) 存在其他污染，如油脂、洗涤剂、尘土、石蜡等。
- (4) 压缩空气中有水、油等。
- (5) 喷漆室内蒸汽饱和。

#### 3. 预防措施

- (1) 彻底清除基材表面，禁止在喷漆室内使用含硅类的抛光材料。
- (2) 注意底漆的匹配。



- (3) 注意喷漆室内的蒸汽饱和程度。
- (4) 添加鱼眼防止剂。
- (5) 每天对压缩空气供给系统进行清洁。

#### 4. 解决办法

将产生缺陷的区域的漆膜彻底清除，按要求重新对基材的表面进行处理，重新喷涂。必要时，可以在油漆中使用抗鱼眼的添加剂。

### 15.2.9 流淌（流挂）

#### 1. 现象

喷涂后的漆膜局部变厚，形状如同波浪线、浅滩或圆形的山脊，通常出现在倾斜角度大或者竖直的表面上，也叫垂流、滴下、流泪等。

#### 2. 原因

- (1) 喷涂的漆膜过厚，压缩空气的压力太低，喷枪调整扇面过窄，喷枪移动速度太慢，喷涂时，喷枪与被喷表面距离太近。
- (2) 油漆的黏度不合适，稀料过多。
- (3) 稀释剂的型号不对或质量不佳。
- (4) 环境温度或基材温度过低。
- (5) 底漆表面有油污。

#### 3. 预防措施

- (1) 采用正确的喷涂方法，将喷枪调整适当。
- (2) 使用厂家推荐的稀释剂。
- (3) 按要求调整漆的黏度。
- (4) 注意控制并在推荐的温度下进行喷涂。
- (5) 每道喷涂的漆膜不能过厚。
- (6) 保证喷涂表面清洁。

#### 4. 解决方法

待原漆膜完全干燥后，将多余的漆膜除掉，并将表面磨平，然后抛光。必要时应重新打磨后重新喷涂。

### 15.2.10 遮盖力差

#### 1. 现象

喷涂后可透过漆膜看见下层表面的颜色。

#### 2. 原因

主要原因是色漆层的厚度不够，遮盖力差。具体原因如下：

- (1) 喷涂方法不当。
- (2) 涂料混合不均匀，部分涂料稀释剂过多。
- (3) 稀料过多。
- (4) 基底的颜色不对。
- (5) 涂料用量调整过小。
- (6) 在研磨抛光过程中，打磨过量，导致漆膜厚度太薄。

### 3. 预防措施

- (1) 采用正确的喷涂方法，保证漆膜的厚度。
- (2) 对涂料进行充分搅拌，使之均匀。
- (3) 注意调整涂料的黏度，稀释剂不要过多。
- (4) 控制抛光不宜过度。

### 4. 解决方法

将有缺陷的区域进行打磨，使之平整，然后重新进行喷涂。

## 复习思考题

- 1. 何谓涂膜缺陷？
- 2. 产生涂膜缺陷的原因有哪些？
- 3. 素色面漆和金属面漆容易发生的涂膜缺陷有哪些？
- 4. 典型的涂膜缺陷有哪些？
- 5. 针对涂膜产生的缺陷分析其原因，指出应采取的措施有哪些？

## 参 考 文 献

- [1] 代汝泉. 汽车车身修复技术[M]. 北京:人民交通出版社,1999.
- [2] 顾建国. 汽车钣金维修技师培训教材[M]. 北京:人民交通出版社,2003.
- [3] 焦建民. 汽车车身修复技术[M]. 北京:北京理工大学出版社,2006.
- [4] 彭友禄. 焊接工艺[M]. 北京:人民交通出版社,2002.
- [5] 宋年秀. 曲金玉. 汽车装饰与车身修复技术[M]. 北京:北京理工大学出版社,2007.
- [6] 天天汽车工作室. 轿车车身维修技能实训[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [7] 吴兴敏. 汽车车身结构与维修[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2006.
- [7] 吴兴敏. 汽车钣金与涂装修复技术[M]. 北京:国防工业出版社,2005.
- [8] 王艳霞. 焊工[M]. 北京:化学工业出版社,2005.
- [9] 徐华东. 汽车喷涂与装饰技术[M]. 北京:人民交通出版社,2002.
- [10] 杨智勇. 汽车涂装技术[M]. 北京:北京理工大学出版社,2005.
- [11] 杨永海. 汽车车身构造与修复技术[M]. 济南:山东科学技术出版社,2007.
- [12] 周长庚. 李贞芳. 汽车涂装技术[M]. 北京:科学技术出版社,2007.
- [13] 中国汽车维修行业协会. 车身维修(模块F)[M]. 北京:人民交通出版社,2008.
- [14] 张俊. 汽车车身修复专门化[M]. 北京:人民交通出版社,2004.
- [15] 张吉国. 汽车车身修复技术[M]. 北京:高等教育出版社,2005.
- [16] 周燕. 汽车美容与装饰[M]. 北京:机械工业出版社,2009.

# 反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396；(010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

# 《汽车车身修复技术》读者意见反馈表

尊敬的读者：

感谢您购买本书。为了能为您提供更优秀的教材，请您抽出宝贵的时间，将您的意见以下表的方式（可从 <http://www.huaxin.edu.cn> 下载本调查表）及时告知我们，以改进我们的服务。对采用您的意见进行修订的教材，我们将在该书的前言中进行说明并赠送您样书。

姓名：\_\_\_\_\_ 电话：\_\_\_\_\_

职业：\_\_\_\_\_ E-mail：\_\_\_\_\_

邮编：\_\_\_\_\_ 通信地址：\_\_\_\_\_

1. 您对本书的总体看法是：

☐很满意    ☐比较满意    ☐尚可    ☐不太满意    ☐不满意

2. 您对本书的结构（章节）：☐满意    ☐不满意    改进意见\_\_\_\_\_

3. 您对本书的例题：☐满意    ☐不满意    改进意见\_\_\_\_\_

4. 您对本书的习题：☐满意    ☐不满意    改进意见\_\_\_\_\_

5. 您对本书的实训：☐满意    ☐不满意    改进意见\_\_\_\_\_

6. 您对本书其他的改进意见：

7. 您感兴趣或希望增加的教材选题是：

请寄：100036    北京市万寿路 173 信箱职业教育分社    程超群    收

电话：010 - 88254577    E-mail：ccq@phei.com.cn